

(i)=Veröffentlichungsnummer

<u>o</u>)))

European Patent Office

(11) Publication number:

1 034 511

Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

Internationale Anmeldung veröffentlicht durch die Weltorganisation für geistiges Eigentum unter der Nummer:

WO 99/28864 (art.158 des EPÜ).

International application published by the World Intellectual Property Organisation under number:

WO 99/28864 (art.158 of the EPC).

Demande internationale publiée par l'Organisation Mondiale de la Propriété sous le numéro:

WO 99/28864 (art.158 de la CBE).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6:

G06T 3/40

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/28864

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum: 10. Juni 1999 (10.06.99)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP98/07689

(22) Internationales Anmeldedatum:

27. November 1998

(27.11.98)

(30) Prioritätsdaten:

197 52 927.5

28. November 1997 (28.11.97) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): OCE PRINTING SYSTEMS GMBH [DE/DE]; Siemensallee 2, D-85586 Poing (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HIRN, Andreas [DE/DE]; Mitterweg 5, D-85652 Pliening (DE).

(74) Anwälte: SCHAUMBURG, Karl-Heinz usw.; Postfach 86 07 48. D-81634 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CA, DE, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: METHOD FOR CONVERTING DIGITAL RASTER DATA OF A FIRST RESOLUTION INTO DIGITAL TARGET DATA OF A SECOND RESOLUTION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR UMSETZUNG DIGITALER DATEN IM RASTER EINER ERSTEN AUFLÖSUNG IN DIGITALE ZIELDATEN EINER ZWEITEN AUFLÖSUNG

(57) Abstract

The invention relates to a method for converting digital source raster data of a first resolution into digital target raster data of a second resolution. The data is scaled and smoothed in an individual pixel by pixel manner, whereby the raster source data is smoothed. A combined scaling-smoothing rule can be formed from a plurality of scaling rules or smoothing rules.

(57) Zusammenfassung

Beschrieben wird ein Verfahren zur Umsetzung digitaler Quelldaten im Raster einer ersten Auflösung in digitale Zieldaten im Raster einer zweiten Auflösung. Die Daten werden einzelpixelweise skaliert und geglättet, wobei die Glättung im Raster der Quelldaten erfolgt. Aus einer Vielzahl von Skalierungsregeln oder Glättungsregeln kann eine kombinierte Skalierungs-Glättungsregel gebildet werden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungam	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
-	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BR	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
BY	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CA	Zentralafrikanische Republik	JР	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF		KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Kamerun	,	Korea	PL	Polen		
CM		KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ		LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	I ibada	SC	Singapur		

SG

Liberia

LR

EE

Estland

Singapur

Verfahren zur Umsetzung digitaler Daten im Raster einer er-5 sten Auflösung in digitale Zieldaten einer zweiten Auflösung

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Umsetzung digitaler 10 Quelldaten im Raster einer ersten Auflösung in digitale Zieldaten einer zweiten Auflösung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.
- Bei der digitalen Datenverarbeitung ist es häufig erforder-15 lich, digitale Bilddaten, die im Raster einer ersten Auflösung vorliegen, in Zieldaten einer zweiten Auflösung umzusetzen. Jeder Bildpunkt, d.h., ein dem digitalen Wert zugeordneter Punkt im Raster wird dabei als Pixel bezeichnet. Ohne
- Graustufen entspricht ein Pixel also einem Bit. Die Ortsauf-20 lösung wird dabei in Bildpunkten pro Inch (dots per inch, dpi) angegeben. Ein Inch entspricht bekanntlich 25,6 mm. Die zweite Auflösung (Zielauflösung) ist in der Regel höher als die erste (Quellauflösung). Das Zielbild in der zweiten Auf-25
- lösung kann statt oder zusätzlich zu der höheren Ortsauflösung auch mehr Graustufen pro Pixel enthalten als das Quellbild.
- Beispielsweise kommt es in der digitalen Drucktechnik häufig vor, daß Bilddaten von einem Computer in einem ersten Raster, 30 beispielsweise in einem 240 dpi (dots per inch)-Raster geliefert werden, aber von einem Drucker in einem anderen Raster, beispielsweise in einem 600 dpi-Raster, wiedergegeben werden sollen. Insbesondere beim Erweitern einer bestehenden EDV-
- Anlage um einen modernen Drucker kommt es vor, daß früher er-35

stellte Druckaufträge beispielsweise nur Vorlagen in 240 dpi-Auflösung aufweisen. Will der Anwender die Vorzüge seines neuen Druckers mit beispielsweise 600 dpi Auflösung nutzen,

2

WO 99/28864

10

15

20

25

30

PCT/EP98/07689

so müssen die Druckdaten entsprechend umgesetzt werden. Die Umsetzung soll dabei automatisch erfolgen ohne vom Anwender Eingaben abzuverlangen.

Da sich halbe Pixel in Wiedergabe-Einheiten mit diskreten Darstellungsstufen wie LCD-Bildschirmen oder digitalen Drukkern nicht darstellen lassen, müssen zur Umsetzungen um nicht ganzzahlige Faktoren der Auflösung spezielle Regeln aufgestellt werden.

Die Umsetzung kann nun derart erfolgen, daß jeder Wert des ersten Rasters um einen Skalierungsfaktor SF, der durch das Verhältnis der beiden Auflösungswerte der Raster vorgegeben ist, vervielfacht wird, daß also beispielsweise aus einem Wert im ersten Raster die SF-fache Menge gleicher Werte im zweiten Raster erzeugt wird, wobei gilt:

 $SF_i = \frac{Auflösung \ des \ 2. \ Rasters \ in \ Richtung \ i}{Auflösung \ des \ 1. \ Rasters \ in \ Richtung \ i}$ (Gleichung 1).

Durch einen derartigen Skaliervorgang werden die Daten zwar in das Zielraster transformiert, jedoch wird die Wiedergabequalität hierdurch nicht verbessert.

Andererseits ermöglicht die Umsetzung von Daten in ein Raster mit höherer Auflösung gerade die Verbesserung der Wiedergabequalität indem beispielsweise Konturen feiner gezeichnet werden. Für eine derartige Umsetzung ist es in der Regel erforderlich, die Daten zu glätten. Bei bekannten Glättverfahren gehen Glättparameter in der Regel in Form einer Matrix bzw. eines Fenster in den Glättvorgang ein, wobei die Gewichtung benachbarter Bildpunkte eines zu glättenden Punktes durch die

15

20

25

Werte der Matrix vorgegeben sind. Solche Fenster sind bei SF_x = SF_y 3 x 3-Fenster oder 5 x 5-Fenster.

Ein Verfahren zum Skalieren und Glätten von Bilddaten ist aus der DE 195 06 792 Al bekannt. Bei diesem Verfahren sind mehrere Sätze von Pixelmustern bzw. ihnen zugeordnete boolsche Rechenoperationen vorgesehen, anhand derer die Umsetzung erfolgt. Zur Umsetzung wird eine Matrix von Quell-Bilddaten mit beispielsweise 7 x 7 Bildpunkten den Basis-Rechenoperationen unterworfen und daraus die Ziel-Bilddaten gewonnen. Bei einem "Hochskalieren" der Bilddaten (SF > 1) wird einer Gruppe von Quellpixeln jeweils eine Gruppe von Zielpixeln zugeordnet. Die Rechenoperationen sind so gestaltet, daß bei der Umsetzung im Mittel gleich viele hochaufgelöste Pixel entfernt wie hinzugefügt werden. Hierdurch wird erreicht, daß der Schwärzungsgrad eines Gesamtbildes im wesentlichen erhalten bleibt.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist, daß die Umsetzung bezüglich der Quellpixel nur gruppenweise erfolgt. Insbesondere bei einem nicht ganzzahligen (gebrochenem) Skalierfaktor kann dann eines der Zielpixel (Φ) nur wahlweise, d.h. relativ unmotiviert, einem Cluster benachbarter Zielpixel zugeordnet werden und nicht eindeutig einem Quellpixel. Die Zuordnung muß außerdem vorab in entsprechenden Verfahrensregeln festgelegt werden.

Ein Verfahren zur Umsetzung digitaler Bilddaten von einem ersten Raster in ein zweites Raster, das für nicht ganzzahlige Skalierungsfaktoren geeignet ist, ist auch in der deutschen Patentanmeldung 197 13 079.8 beschrieben. Dieses Verfahren arbeitet ebenfalls bereichsorientiert. Dabei ist jedem Quellbereich ein Zielbereich zugeordnet ist, wobei die beiden Bereiche im Gesamtbild die selbe Position haben. Innerhalb des Zielbereichs werden boolsche Rechenregeln vorgegeben, nach denen die Umsetzung erfolgt.

WO 99/28864 PCT/EP98/07689

Eine weitere Verfahrensweise zum Skalieren und Glätten von Bilddaten ist aus der EP 506 379 Bl sowie aus der US 5,270,836 bekannt. Bei dieser Verfahrensweise sind zwei Schritte zum Skalieren und Glätten vorgesehen. Wie in Figur 1 schematisch dargestellt ist, wird bei dieser Verfahrensweise ein Quellbild 1, das in einem Quellraster vorliegt, im ersten Schritt 2 skaliert, wodurch ein Zwischenbild 3 im Zielraster entsteht. Auf Basis dieses Zwischenbildes wird im zweiten Schritt 4 die Glättung im Zielraster durchgeführt, wodurch das Zielbild 5 entsteht.

Nachteilig bei der oben beschriebenen Verfahrensweise ist, daß zum Glätten jeweils eine Vielzahl von Daten im Zielraster berücksichtigt werden muß. Wegen der dabei erforderlichen, relativ großen Zahl an Speicherzugriffen und Rechenoperationen ist der damit verbundene Aufwand relativ hoch und eignet sich deshalb kaum für Anwendungen wie Hochleistungsdrucksystemen, bei denen es auf die Schnelligkeit der Umsetzung ankommt. Eine Realisierung des Verfahrens auf Basis von Software erscheint damit ebenfalls kaum möglich.

Auch im Bereich der Telefaxübertragung kann eine Skalierung und Glättung von Übertragungsdaten nötig sein, wenn die Daten beispielsweise in einer ersten Auflösung empfangen, aber in einer anderen Auflösung gespeichert, weitergeleitet oder ausgedruckt werden sollen. Ein entsprechendes Verfahren für diese Anwendung ist beispielsweise in der US 5,394,485 A beschrieben.

Ein weiteres Verfahren zur Umsetzung von Bilddaten ist aus der DE 42 06 277 Al bekannt. Bei diesem Verfahren erfolgt nur eine Rasterumsetzung, aber keine Glättung der Bilddaten. Aus der EP 708 415 A2 ist ebenfalls ein Verfahren zur Umsetung von Bilddaten bekannt, das allerdings nur für ganzzahlige

Skalierfaktoren geeignet ist. In der EP 0 006 351 Al ist ein Bildverarbeitungssystem beschrieben, welches mit Look-up-Tabellen arbeitet. Die US 5,657,430 A beschreibt ein Verfahren zur Umsetzung von Vektor-Fonts auf Graustufen-Bitmaps.

5

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Umsetzung digitaler Bilddaten von einem ersten Raster in ein zweites Raster anzugeben, das zu einer hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit führt und das sowohl eine Skalierung als auch eine Glättung der Bilddaten durchführt.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentansprüch 1 angegebene Erfindung gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

15

20

25

10

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung werden die Daten um mindestens einen Skalierfaktor skaliert und jedem Quelldatum einzelpixelweise, bezüglich dem Quellpixel also pixelindividuell, anhand eines das Quellpixel umgebenden Umgebungsfensters eine Zielbild-Matrix zugeordnet. Aus benachbarten Zielbild-Matrizen werden die Zieldaten bestimmt, wobei die Daten im Raster (23', 23'') der Quelldaten (1, 7, 7', 23, 33, 42) geglättet werden. Jedes Quelldatum ist somit zum Glätten aller benachbarten Quelldaten verwendbar und wird insbesondere tatsächlich dazu verwendet.

Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wird die Glättung der Daten im Raster der Quelldaten durchgeführt und nicht im Zielraster. Hierdurch ist eine wesentlich schnellere Datenverarbeitung bei zweidimensionalen Bilddaten möglich als bei vergleichbaren Verfahren, die die Glättung erst im Zielraster durchführen, weil die Datenmenge, auf die die Glättungsfunktion angewandt wird, wesentlich geringer ist. Für den Fall gleicher Skalierungsfaktoren in x- und in y-Richtung

35 (SF = SF $_x$ = SF $_y$) ist diese Verarbeitungsgeschwindigkeit annä-

WO 99/28864

5

. 6

hernd um das Quadrat des Skalierungsfaktors SF geringer. Der erste Askekt der Erfindung ist insbesondere zur Umsetzung von Bilddaten bei einem nicht ganzzahligen (gebrochenen) Skalierfaktor geeignet. Durch die auf Einzelpixel basierende Verarbeitung wird der Vorteil gegenüber bisher bekannten Verfahren erreicht, daß die Verarbeitung der Daten bei gebrochenem Skalierfaktor nahezu analog zur Verarbeitung bei ganzzahligem Skalierfaktor erfolgen kann.

PCT/EP98/07689

- Dem ersten Aspekt der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrun-10 de, daß mit einer Glättung im Quellraster das selbe Ergebnis erreichbar ist wie mit einer Glättung, die auf die wesentlich größere Zahl der Daten im Zielraster angewandt wird, weil die zu glättenden Strukturen bereits aus dem Quell-Image zu bestimmen sind. Das Skalieren eines Bildes um einen Faktor grö-15 ßer als eins erhöht zwar die Anzahl der zu glättenden Pixel, der Informationsgehalt der dem Bild zugrunde liegenden Bitmap bleibt allerdings unverändert. Versuche ergaben, daß eine Glättung mit Regeln, die im Zielraster aufgestellt werden, keine anderen Ergebnisse erbringt als wenn entsprechende Re-20 geln zur Glättung bereits auf der Basis der Daten im Quellraster aufgestellt werden.
- Ferner wurde erkannt, daß die zum Glätten notwendige Zeit in
 25 erster Näherung (d.h., ohne Betrachtung der Bildränder) direkt proportional zur Größe des Bildes ist und die Abarbeitung der Daten im Quellraster deshalb schneller erfolgen kann
 als die Abarbeitung der Daten im Zielraster.
- Ausgehend vom bekannten Stand der Technik wurde insbesondere erkannt, daß ein allgemeines Glättungsverfahren im Zielbereich von der Existenz aller Pixel-Kombinationen ausgeht. Da die Pixel aber hochskaliert wurden, existiert nur eine beschränkte Anzahl von Variationsmöglichkeiten. Der Informati-

15

20

25

30

onsgehalt der Pixel wird durch das Hochskalieren nicht erhöht. Durch das erfindungsgemäße Glätten der Bilddaten im
Quellraster kann der Zeitbedarf für das Verarbeiten der Daten
gegenüber Verfahren, die im Zielraster glätten, um das Quadrat des Skalierfaktors verringert werden.

Ein Glätten mit den Daten des Quellbildes als Grundlage ermöglicht auch eine kleinere Größe der Erkennungsmatrix. Bei Skalierfaktor 2 erreicht eine Erkennungsmatrix von 3 x 3 im Quell - Bereich beispielsweise die gleiche Qualität wie eine 5 x 5 - Erkennungsmatrix, die im Zielbereich angewandt wird. Dies hat zur Folge, daß im Quellbereich nur $3 \times 3 = 9$ Pixel zur Erkennung berücksichtigt werden müssen anstatt $5 \times 5 = 25$ Pixel im Zielbereich. Die Verarbeitungsgeschwindigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens bei direkter logischer Auswertung (in Hard - oder Software) wird also in zweifacher Hinsicht erhöht: zum einen sind im Quellraster weniger Daten als im Zielraster auszuwerten, zum anderen kann im Quellraster die Größe des Glättungsfensters verringert werden. Die Verarbeitungsgeschwindigkeit ist dann bis zu einem Faktor von 25/9 x SF_x x SF_v höher als bei konventionellen Verfahren. Der logische Aufwand, beispielsweise für Gatterfunktionen sinkt um diesen Faktor. Bei einer Realisierung mittels look-up-Tabellen - die bei Softwarelösungen häufig zur Performance -Steigerung benutzt werden, weil dadurch die bitweise logische Auswertung eingespart und das Ergebis direkt aus der Tabelle erhalten wird - ist für eine 3 x 3-Matrix eine Tabelle mit 512 Einträgen nötig. Bei einer 5 x 5 -Matrix muß diese Tabelle dagegen 33554432 Einträge (32 MB) groß sein. Eine Tabelle dieser Größe ist in der Praxis nicht mehr akzeptabel.

Die Erfindung ermöglicht es ferner, sowohl die Funktion des Glättens als auch die des Skalierens in einem einzigen Schritt durchzuführen, indem das gesamte Verfahren im Raster WO 99/28864 PCT/EP98/07689

der Quelldaten durchgeführt wird. Das Verfahren kann dabei unabhängig von der Größe des jeweiligen Skalierfaktors durchgeführt werden. Der Skalierfaktor kann sowohl ganzzahlig als auch gebrochen sein.

8

5

10

15

In einem zweiten Aspekt der Erfindung werden digitale Quelldaten im Raster einer ersten Auflösung in digitale Zieldaten im Raster einer zweiten Auflösung um einen Skalierfaktor skaliert und geglättet. Dabei wird eine Skalierungsregel vorgegeben und aus mehreren Glättungsregeln eine bestimmte Glättungsregel. Die beiden vorgegebenen Regeln werden dann zu einer kombinierten Skalierungs- und Glättungsregel derart zusammengeführt, daß die Glättung im Raster der Quelldaten erfolgt, wobei jedes Quelldatum zum Glätten mehrerer benachbarter Quelldaten verwendet wird. Der Skalierfaktor ist insbesondere nicht ganzzahlig und durch einen Bruch ganzer Zahlen darstellbar.

Durch den zweiten Aspekt der Erfindung wird ein hohes Maß an
20 Flexibilität bei der Verarbeitung von Bilddaten erreicht.
Insbesondere bei einer Umsetzung des Verfahrens mit einem
Software-Programm können dabei eine Vielzahl von Glättungs,und/oder Skalierungsverfahren frei miteinander kombiniert
werden und beim Drucken von Bildern sehr flexibel auf unterschiedlichste Druckdaten und Druckerauflösungen reagiert werden. Individuelle (auftragsspezifische) Saklier,- und/oder
Glättungsregeln können dabei entweder bereits im Druckauftrag
oder in der Druckeinrichtung, z.B. durch einen Bediener, vorgegeben oder ausgewählt werden

30

35

In einem dritten Aspekt der Erfindung werden pro Bildpunkt (Pixel) nicht nur binäre Daten (schwarz-weiß) verarbeitet, sondern pro Bildpunkt mehrere Bits oder Bytes umfassende Grauwerte oder Farbwerte. Dabei ist es einerseits möglich eine "Graustufenumsetzung" durchzuführen, bei der sich das Ra-

15

20

25

30

ster auf die Graustufen bezieht und somit pro Bildpunkt von einem ersten Graustufen-Raster umgesetzt wird in ein zweites Graustufen-Raster, beispielsweise 4-Bit-Graustufenwerte entsprechend 16 Graustufen auf 6-Bit-Graustufenwerte entsprechend 64 Graustufen hochskaliert werden. Dabei kann auch eine Graustufen-Glättung erfolgen indem feiner abgestufte Grauwert-Übergänge zwischen den Bildpunkten im Zielraum erzeugt werden. Andererseits ist es dabei auch möglich, die mit Grauwerten behafteten Bildpunkte im Ortsraum (also im dots-perinch-Raster) umzusetzen in ein feineres Ortsraum-Raster unter Beibehaltung der Graustufen-Auflösung. Analog zu diesen Graustufen-Umsetzungsvarianten können auch Farbstufen-Umsetzungen, beispielsweise ein Hochskalieren von einem 32-Farbbit-Raster in ein höher auflösendes 48-Farbbit-Raster, erfolgen. Dadurch ist auch eine zur Graustufen-Glättung analoge Farbglättung durchführbar.

Die Skalierungen und Glättungen im Ortsraum, im Graustufenraum und im Farbraum können dabei untereinander beliebig kombiniert werden.

In einem vierten Aspekt der Erfindung erfolgt die Verarbeitung der Daten byte-orientiert. Dabei kann mehreren Bildpunkten jeweils eine binäre Information zugeordnet sein und die Daten parallel verarbeitet werden. Den Bildpunkten (Pixeln) können aber auch Graustufen und/oder Farbwerte zugeordnet sein, die ihrerseits pro Pixel mehrere Bits oder Bytes umfassen. Eine byteweise Verarbeitung wirkt sich positiv auf die Verarbeitungsgeschwindigkeit aus, weil digitale elektronische Komponenten, insbesondere im Bereich der Informationsverarbeitung, die Daten intern ebenfalls byteweise verarbeitet und weil dieses das Byte-Format ein allgemein übliches Speicherformat ist.

35 Die Daten werden dabei in einem Register mit jedem Verarbeitungstakt um eine bestimmte, von der Höhe des Glättungsfensters abhängigen Anzahl von Positionen verschoben (geshiftet); nach Speicherung einer entsprechenden Anzahl von Bytes (beispielsweise 3 Byte für eine Verarbeitung von 3 Zeilen mit je 8 Pixeln, auf die jeweils ein 3 x 3-Glättungsfenster wirken soll) stellen benachbarte Daten einen Index dar. Dieser Index kann direkt zur Adressierung einer entsprechenden Glättungsmatrix (z.B. 3 x 3)verwendet werden, wobei die Adressierung entweder als Eingangssignal einer Hardwareschaltung oder innerhalb einer Computer-Software direkt auf eine Look-Up
Tabelle wirkt. Die zweidimensionale Aufgabenstellung, Bilddaten zu verarbeiten, wird dabei in eine eindimensionale Aufgabenstellung umgewandelt.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird ein Schiebere-15 gister mit jeweils n Bytes pro Zeile pro Verarbeitungstakt nach folgenden Regeln befüllt:

 $R_0 \text{ bis } R_{(A-1)} \text{ bleiben unberührt (Regel 1) und}$ $R_{(i+A)} = q(i/Q_y, Q_y -1 - (i %Q_y)) \text{ oder}$ $R_{(i+A)} = q(i/Q_y, i %Q_y) \text{ (Regel 2),}$

wobei gilt:

R_i: Wert des i-ten Registerpixels

Qx: Fensterbreite in x-Richtung

25 Q_v: Fensterbreite in y-Richtung

q(k,l): Wert des Quellpixels mit der Position (k,l)

/: Integer-Division

%: Modulo-Division und

A = W x (Qy x (Qx -1)). Das Schieberegister hat dabei eine Breite B = Qy x W x ((8n/W) - 1 + Qx), wobei 8n/W ganzzahlig ist, mit

W: Wertigkeit eines Pixels, d.h. Bit pro Pixel (binär, Graustufenwert, Farbwert)

35 B: Breite des Schieberegisters in Bit

Für W = 1 (binäre Daten) erhält man $B = Qy \times (8n-1 + Qx)$.

Es hat sich gezeigt, daß das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere bei einer Realisierung in Form eines Software-5 Programms auf einem Computer deutlich schneller abläuft als vergleichbare Verfahren, die zunächst eine Skalierung durchführen, das Ergebnis in einem Zwischenspeicher ablegen und erst dann die Glättung an den zwischengespeicherten Daten, d.h. im Zielraster durchführen. Vorteilhaft bei einer Umset-10 zung mittels Software ist, daß die Umschaltung sehr bedarfsgerecht innerhalb eines Druckjobs erfolgen kann - ist eine Umsetzung erfoderlich, erfolgt diese mit den entsprechenden Modulen des Umsetzungsprogramms. Wenn keine Umsetzung erforderlich ist, dann werden die Daten weitergegeben, ohne von 15 dem Umsetzungsprogramm bearbeitet zu werden. Die Flexibilität kann dabei soweit gesteigert sein, daß sogar innerhalb eines auszudruckenden Dokuments, d.h. innerhalb einer Seite, verschiedene Auflösungen verarbeitet werden. Während beispiels-20 weise Text in einer Auflösung von 300 dpi durchaus gut zur Geltung kommt, ist es bei der Wiedergabe von Bildern in der Regel zweckmäßig, eine Auflösung 600 dpi oder höher zu wählen.

Bei der Glättung kann es erforderlich sein, zwischen Bildinformation und Textinformation zu unterscheiden und jeweils
unterschiedliche bzw. keine Glättung vorzunehmen, beispielsweise um Moiré-Effekte zu vermeiden. Wird die Erfindung in
einer Software angewandt, so kann der Vorteil erreicht werden, daß kein Aufwand zur Unterscheidung zwischen Texten und
Bildern innerhalb eines Druckauftrages erforderlich ist. Diese Information ist vielfach bereits im Druckauftrag in Form
unterschiedlicher Objektkennzeichen enthalten und kann zur
Einstellung der Glättungsregeln verwendet werden.

WO 99/28864 PCT/EP98/07689

Das Skalieren und Glätten kann in einem gemeinsamen Schritt mit einer Look-up-Tabelle erfolgen, die Daten für beide Vorgänge enthält. Vorzugsweise werden die Quelldaten dabei direkt zur Adressierung der Look-up-Tabelle verwendet.

5

15

Weitere Vorteile und Wirkungen der Erfindung werden anhand der folgenden Beschreibung deutlich, die durch Figuren ergänzt ist.

10 Es zeigen

- Fig. 1 eine Vorgehensweise nach dem Stand der Technik
- Fig. 2 ein mathematisches Modell, das der Erfindung zugrunde liegt
- Fig. 3 verschiedene Kombinationsmöglichkeiten bei einer Bilddaten-Umsetzung von 2 x 2 Quellpixeln
- Fig. 4 ein Beispiel für eine Bilddaten-Umsetzung
- Fig. 5 ein weiteres Beispiel für eine Bilddaten-Umsetzung
- Fig. 6 verschiedene Darstellungen einer schrägen Linie in einem Bildraster
- 20 Fig. 7 ein Glättungsfenster in einem Bildraster
 - Fig. 8 einen Skaliervorgang um einen Skalierfaktor 2
 - Fig. 9 einen Glättvorgang mit einer 5 x 5-Matrix
 - Fig. 10 eine Skalierung um den Faktor 2,5
 - Fig. 11 eine einem Glättvorgang zugrundeliegende Skizze
- 25 Fig. 12 verschiedene Fenster, auf denen eine Glättung beruht
 - Fig. 13 das Schema eines Glättungsergebnisses
 - Fig. 14 eine Veranschaulichung zur Überlagerung von Daten
 - Fig. 15 das Bearbeiten von Bilddaten mit einem Glättungsfenster
- 30 **Fig. 16** Die Ablage zweidimensionaler Bilddaten in ein eindimensionaler Bilddaten in ein eindimensionales Register
 - Fig. 17 die Umsetzung mehrerer Pixel einer Quellzeile in Registerpixel

- Fig. 18 einen Datenverarbeitungsprozess, bei dem skalierte und geglättete Zielbilddaten direkt aus den Quell-bilddaten gewonnen werden
- Fig. 19 eine Umsetzung digitaler Bilddaten in Indexbits
- 5 Fig. 20 eine Hardware-Anordnung zum Umsetzen digitaler Bilddaten
 - Fig. 21 ein Software-Konzept zum Umsetzen digitaler Bilddaten
 - Fig. 22 eine Variante zum Zusammensetzen von Zielbild-Matrizen ohne Überlagerung von Quellpixeln und

30

Fig. 23 das Ergebnis des Zusammensetzens der Figur 22.

Anhand der Figur 2 erfolgt zunächst eine grundsätzliche Untersuchung und eine mathematische Modellierung der Skalierung. Den Betrachtungen für die Skalierung liegt das in Figur 2a dargestellte, diskrete i-j-Koordinatensystem 6 zugrunde, wobei i den Pixel-Index in x-Richtung und j den Pixel-Index in y-Richtung bezeichnet.

Figur 2b zeigt beispielhaft eine Skalierung um einen Skalierfaktor 2 wie er bei einer Umsetzung von einem 300 dpiQuellraster auf ein 600 dpi-Zielraster vorkommt. Dabei wird
jedes Quellpixel 7 zweidimensional behandelt, d.h. in jede
der Richtungen x und y verdoppelt. Die Rasterabstände sind im
Quellraster doppelt so groß wie im Zielraster. Aus einem Pixel 7 im Quellbereich werden vier Pixel 8 im Zielbereich. Wie
in Figur 2c gezeigt ist, kann der Skalierfaktor auch unterschiedlich in den x- und y-Richtungen sein, beispielsweise
den Wert 2 in x-Richtung und den Wert 3 in y-Richtung haben.

WO 99/28864

PCT/EP98/07689

Nicht ganzzahliger Skalierfaktor

Soll ein nicht ganzzahliger Skalierfaktor zugrunde gelegt werden, beispielsweise der Skalierfaktor 2,5 entsprechend einer Umsetzung von einem 240-dpi-Quellraster auf ein 600 dpi-Zielraster, so wird analog wie bei ganzzahligen Skalierfaktoren vorgegangen. In Figur 2d ist diese Vorgehensweise schematisch dargestellt. Aus einem Pixel 7 im Quellbereich werden theoretisch 2,5 x 2,5 Pixel 8 im Zielbereich.

10

5

Da sich halbe Pixel digital nicht darstellen lassen, wird als Ausgangsbasis für den Skaliervorgang zunächst eine Gruppe von Pixeln betrachtet, wobei eine Lösung zu folgender Aufgabe gefunden werden muß:

"Gesucht wird die kleinste ganze Zahl an Quellpixeln für jede Koordinaten-Richtung, die bei der Skalierung zu einer ganzen Zahl an Zielpixeln in der selben Richtung führt."

Für eine Umsetzung von 240 dpi auf 600 dpi ist diese Bedingung beispielsweise mit 2 Quellpixeln und 5 Zielpixeln erfüllt. Geht man von einem 2 x 2-Pixel-Quadrat im Quellbereich aus, so erhält man bei Skalierfaktor 2,5 ein 5 x 5-Pixel-Quadrat im Zielbereich.

25

30

Aus den 2 x 2 Pixeln im Quellbereich ergeben sich 16 Kombinationen, die auf den Zielbereich abgebildet werden müssen. Diese 16 Kombinationen möglicher Quellquadrate 9 im Quellbereich sind in Figur 3 dargestellt, wobei schwarze Pixel für die binäre Information "1" stehen. Rechts neben den 2 x 2-Pixel-Quadraten der Quelldaten sind jeweils drei mögliche

Zielquadrate 10 in der 5 x 5-Zielmatrix angegeben, auf die diese Quelldaten abegebildet werden können.

Ein Beispiel für eine Umsetzung mit einem nicht ganzzahligen Skalierfaktor wird weiter unten (Figuren 10 bis 13) angegeben.

Mathematisches Modell für das Skalierverfahren

Bei ganzzahligen Skalierfaktoren wird in einem ersten Skalierverfahren nach folgender Formel vorgegangen:

10

$$sc_{(i,j)} = q_{(\frac{i}{sx},\frac{j}{sy})}$$
 (Gleichung 2),

mit:

sc(i,j) Wert des zu berechnenden Zielpixels (0 oder 1)

i, j Koordinaten im Zielraster

15 $q_{(a,b)}$ Wert des entsprechenden Quellpixels

sx Skalierfaktor in x-Richtung

sy Skalierfaktor in y-Richtung.

Ein Quellpixel wird auf ein Rechteck mit sx * sy Zielpixel 20 abgebildet, d.h. mehrere Zielpixel werden von einem Quellpixel abgeleitet.

Die Zielpixel erhalten den gleichen Wert (0/1 bei binären Daten, Graustufen bzw. Farbwert bei nicht binären Daten) wie 25 das Quellpixel. Bei nicht ganzzahligen Skalierfaktoren gehen die Skalierfaktoren als Bruch in Gleichung 2 ein:

$$sc_{(i,j)} = q_{(i \cdot \frac{sx_N}{sx_Z}, j \cdot \frac{sy_N}{sy_Z})}$$
 (Gleichung 3)

WO 99/28864 PCT/EP98/07689

16

mit

 sx_N Nenner des Skalierfaktors in x-Richtung sx_Z Zähler des Skalierfaktors in x-Richtung sy_N Nenner des Skalierfaktors in x-Richtung sy_Z Zähler des Skalierfaktors in y-Richtung

In Figur 4 ist ein entsprechendes Beispiel mit sx = 1.5 = 3/2 und sy = 2.5 = 5/2 gezeigt, wobei vier Quellpixel 7 in 15 Zielpixel 8 umgesetzt werden.

10

15

5

Skalieren mit nicht ganzzahligen Skalierfaktoren nach Gleichung 3 ergibt unsymmetrische Ergebnisse. Wie bei ganzzahligen Skalierfaktoren wird jedes Zielpixel aus einem Quellpixel abgeleitet. Die Anzahl der Zielpixel, die aus einem bestimmten Quellpixel abgeleitet wird, hängt dabei aber vom Ort der Zielpixel ab und ist nicht immer gleich, daher entsteht eine Unsymmetrie.

Eine Verbesserung gegenüber dem ersten Skalierverfahren er20 hält man, wenn ein Rechteck aus sx_N * sy_N Quellpixeln zu einem Block 7' zusammengefasst wird, der sich im Zielbereich
ohne Teilpixel darstellen läßt. Solche Rechtecke werden
blockweise in entsprechende Zielblöcke 8' mit sx_Z x sy_Z Zielpixeln skaliert, indem jedes Zielpixel über eine logische
25 Gleichung von den Quellpixeln aus dem Quellblock abgeleitet
wird. Jedes Zielpixel kann dann von mehreren bzw. von einem
bis zu von allen Quellpixeln abhängig sein. Die zu Figur 4
beschriebene Umsetzung könnte dann so aussehen wie in Figur 5
dargestellt.

30

Dabei werden folgende logische Gleichungen angewandt:

$$sc(0,0) = sc(0,1) = q(0,0)$$

$$sc(0,3) = sc(0,4) = q(0,1)$$

$$sc(2,0) = sc(2,1) = q(1,0)$$

$$sc(2,3) = sc(2,4) = q(1,1)$$

$$sc(1,0) = (q(0,0) && !q(1,1)) || (q(0,1) && !q(1,0))$$

$$sc(1,4) = (q(1,0) && !q(0,1)) || (q(1,1) && !q(0,0))$$

$$sc(0,2) = q(0,0) || q(0,1)$$

$$sc(2,2) = q(1,0) || q(1,1)$$

$$sc(1,1) = (q(0,0) && q(1,0)) || (q(0,0) && q(1,1)) || (q(1,0) && q(0,1))$$

$$sc(1,3) = (q(0,1) && q(0,1)) || (q(0,1) && q(1,0)) || (q(1,1) && q(0,0))$$

$$sc(1,2) = (q(0,0) && q(1,1)) || (q(1,0) && q(0,1))$$

Für jedes Zielpixel existiert eine Gleichung, pro Block gibt es sxZ * syZ Gleichungen, die Abhängigkeiten von sxN * syN Quellpixeln enthalten. Dies sieht dann in allgemeiner Form so aus:

$$\begin{split} sc_{(i,j)} &= fscal \Big\langle i\% sxZ, j\% syZ \Big\rangle (q_{(i^*\frac{sx_N}{sx_Z} - (i\% SX_N) + 0, j^*\frac{sy_N}{sy_Z} - (j\% SY_N) + 0)}, ..., \\ q_{(i^*\frac{sx_N}{sx_Z} - (i\% SX_N) + (SX_N - 1), j^*\frac{sy_N}{sy_Z} - (j\% SY_N) + 0)}, \\ ... \\ q_{(i^*\frac{sx_N}{sx_Z} - (i\% SX_N) + 0, j^*\frac{sy_N}{sy_Z} - (j\% SY_N) + (SY_N - 1)}, ..., \\ q_{(i^*\frac{sx_N}{sx_Z} - (i\% SX_N) + (SX_N - 1), j^*\frac{sy_N}{sy_Z} - (j\% SY_N) + (SY_N - 1)}) \end{split}$$

WO 99/28864

PCT/EP98/07689

(Gleichung 4), wobei wiederum gilt:

- := Integer Division

% := Modulo Division.

5

Gleichung 4 beschreibt ein allgemeines Skalierverfahren, unter das die beiden oben beschriebenen Skalierverfahren fallen.

10 Es existieren (sxz * syz) logische Gleichungen mit jeweils bis zu (sxn * syn) Abhängigen. An den oberen und rechten Rändern kann es vorkommen, daß die Quellblöcke nicht vollständig mit Quellpixeln belegt sind, die Breite und Höhe des Quellbildes ist beliebig und nicht unbedingt ein Vielfaches der Quellblöcke. Nicht vorhandene Elemente müssen als nicht gesetzt angenommen werden, üblicherweise weiß (0).

Mathematische Modellierung der Kantenglättung im Zielraster

Bei einer Kantenglättung wird jedes Pixel in seiner Umgebung

20 betrachtet. Dazu wird ein quadratisches Glättungsfenster
(Glättungsmatrix) mit ungerader Pixel-Kantenlänge über alle
zu glättenden Pixel hinweggeschoben. Abhängig von der Umgebung und dem eigenen Pixelwert (der erkannten Struktur im
Glättungsfenster) wird entschieden, ob das Pixel bei binären

25 Daten schwarz oder weiß werden soll, bei Grau- oder Farbwerten wird der resultierende Wert bestimmt. In Summe über alle
Pixel werden üblicherweise nur Pixelwerte verschoben, die
Summe der gesetzten bzw. nicht gesetzten Pixel mit den digitalen Werten "O" bzw. "1" bzw. der durchschnittliche Grau,—
30 oder Farbwert bleibt nahezu gleich.

Gemäß dem aus der DE 195 06 792 Al bekannten Verfahren erfolgt das Glätten durch Hinzufügen und Entfernen von Pixeln, die zu erkennenden und zu korrigierenden Strukturen werden auch als Regeln bezeichnet. Die Größe der zu betrachtenden Umgebung (Größe des Glättungsfensters, der Glättungsmatrix) hängt von der Vorgabe ab, welche Strukturen zu Erkennen und zu Glätten sind.

Im folgenden wird die Umgebung eines Pixels in Form einer

Ordnung der zu betrachtenden Nachbarn beschrieben. Nachbarn erster Ordnung sind die direkten Nachbarn, d.h., alle Pixel die mindestens eine Ecke mit dem zu untersuchenden Pixel teilen. Insgesamt ergibt dies das untersuchte Pixel und acht Nachbarn. Nachbarn zweiter Ordnung sind alle Pixel, die mit den Nachbarn erster Ordnung mindestens eine Ecke teilen usw.

Tabellarisch ergibt dies folgende Situation:

20	zu erkennende Struktur	Ordnung	Größe des Glättungs- fensters	zu betrach- tende Pixel
	45°-Linien (1-1)	1	3 x 3	9
	(1-2)/(2-1) - Linien	2	5 x 5	25
	(1-3)/(3-1) - Linien	. 3	7 x 7	49
25	(1-4)/(4-1) - Linien	4	9 x 9	81

(Tabelle 1).

Für eine Glättung mit einer 5 x 5-Erkennungsmatrix erhält man dann

$$sm_{(i,j)} = fsmooth(p_{(i-2,j-2)}, p_{(i-1,j-2)}, p_{(i,j-2)}, p_{(i+1,j-2)}, p_{(i+2,j-2)},$$

$$p_{(i-2,j-1)}, p_{(i-1,j-1)}, p_{(i,j-1)}, p_{(i+1,j-1)}, p_{(i+2,j-1)},$$

$$p_{(i-2,j)}, p_{(i-1,j)}, p_{(i,j)}, p_{(i+1,j)}, p_{(i+2,j)},$$

$$p_{(i+2,j+1)}, p_{(i-1,j+1)}, p_{(i,j+1)}, p_{(i+1,j+1)}, p_{(i+2,j+1)},$$

$$p_{(i-2,j+2)}, p_{(i-1,j+2)}, p_{(i,j+2)}, p_{(i+1,j+2)}, p_{(i+2,j+2)})$$

(Gleichung 5).

5

Die allgemeine Gleichung für das Glätten im Zielraster lau-10 tet:

$$\begin{split} sm_{(i,j)} &= fsmooth(p_{(i-\frac{G}{2},j-\frac{G}{2})},...,p_{(i+\frac{G}{2},j-\frac{G}{2})},\\ & ...,p_{(i,j)},\\ & p_{(i-\frac{G}{2},j+\frac{G}{2})},...,p_{(i+\frac{G}{2},j+\frac{G}{2})}) \end{split}$$

15 (Gleichung 6), wobei gilt:

sm(i,j) Wert des zu untersuchenden Pixels nach der Glättung
p Wert eines Pixels aus dem Glättungsfenster
G Größe des Glättungsfensters
20 fsmooth Logische Gleichung mit G X G Abhängigen, welche die Glättung beschreibt und
- Integer-Division.

Der oben beschriebene Glättungsvorgang wird im folgenden an-25 hand des in Figur 6 dargestellten Beispiels mit binären Daten veranschaulicht. Dabei wird eine 45°-Linie geglättet.

Zunächst muß das Vorliegen einer zu glättenden Struktur untersucht werden. Dazu wird eine Erkennungs-Matrix aus 3 \times 3

(oder 5 x 5, 7 x 7, ...) Pixeln über das Bild geschoben. Wird eine zu glättende Struktur erkannt, so wird der Wert des Pixels im Zentrum dieser Matrix für den Zielbereich bestimmt.
Liegt dagegen keine zu glättende Struktur vor, so bleibt der
Pixelwert unverändert. Die Bedingungen für das Vorliegen einer zu glättenden Struktur werden als Regeln bezeichnet.

Innerhalb des in Figur 6a dargestellten Bildes wird in Zeilenrichtung zunächst von links nach rechts vorgegangen. Dabei

werden weiße Eckpixel 11 (leere Ecken an weiß-schwarzÜbergängen) an den durch die Regeln erkannten Strukturen auf
"schwarz" gesetzt, wodurch das in Figur 6b dargestellte Bild
entsteht. Pixel, auf die keine der Regeln Anwendung findet,
bleiben unverändert. Dann werden von rechts nach links

schwarze Eckpixel 12 an den durch die Regeln gegebenen Strukturen (bei weiß-schwarz-Übergängen) auf "weiß" gesetzt, wodurch das in Figur 6c dargestellte Bild entsteht.

Dasselbe Ergebnis (Figur 6c) kann erreicht werden, wenn bei dem in Figur 6a dargestellten Bildausschnitt von links nach rechts Eckpixel bei schwarz - weiß - Übergängen entfernt werden. Letzteres Verfahren ist einstufig, weil Zufügen und Entfernen in einem Arbeitsgang durchgeführt werden.

- Zum Glätten digitaler Bilddaten werden folgende Regeln benutzt:
 - Erkennen und Glätten von 45°-Linien (2-2-Linien, zwei Einheiten in x-Richtung, zwei in y-Richtung)
 - Beibehalten von rechtwinkligen Ecken, nicht Glätten
- 30 Erkennen und Glätten von 2-4-Linien
 - Evtl. Erkennen und Glätten von 2-x-Linien, je nach Größe der Erkennungs Matrix (x ist eine gerade Zahl > 2).

Berücksichtigt man alle Regeln für die vier Ausgangsrichtungen und für die Spiegelung (2-4-Linien sind dann äquivalent zu 4-2-Linien), so ergibt dies insgesamt acht Unterregeln.

22

Randprobleme beim Glätten

An den Rändern des zu glättenden Bildes (oben, unten, links, rechts) stehen nicht alle Pixel für die Erkennungs - Matrix zur Verfügung. Nicht vorhandene Pixel (z.B. das in Figur 7 gezeigte Pixel 13 links neben dem Bildausschnitt 14) werden als nicht gesetzt, d.h. als weiß, betrachtet.

10

Zusammenfassen von Skalieren und Glätten zu einem Verfahren, das im Quellraster arbeitet

Die beiden Verfahren zum Skalieren und zum Kantenglätten sollen nun kombiniert werden. Dazu wird die Glättungsgleichung 6 in eine der Skalierungsgleichungen 2 oder 3 eingesetzt.

Ausgehend von einer Skalierung mit ganzzahligen Skalierfaktoren nach Gleichung 2 erhält man

20

25

$$sm_{(i,j)} = fsmooth(q_{(i-\frac{G}{2}, j-\frac{G}{2})}, ..., q_{(i+\frac{G}{2}, j-\frac{G}{2})}, ..., q_{(i+\frac{G}{2}, j-\frac{G}{2})}, ..., q_{(i+\frac{G}{2}, j+\frac{G}{2})}, ..., q_{(i+\frac{G}{2}, j+\frac{G}{2})}, ..., q_{(i+\frac{G}{2}, j+\frac{G}{2})}, ..., q_{(i+\frac{G}{2}, j+\frac{G}{2})})$$

(Gleichung 7).

5

Betrachten wir ein spezielles Beispiel mit sx = sy = 2 und G = 5:

 $sm_{(i,j)} = fsmooth(q_{(\frac{i-2}{2}, \frac{j-2}{2})}, ..., q_{(\frac{i+2}{2}, \frac{j-2}{2})}, ..., q_{(\frac{i+2}{2}, \frac{j-2}{2})}, ..., q_{(\frac{i}{2}, \frac{j}{2})}, ..., q_{(\frac{i}{2}, \frac{j}{2})}, ..., q_{(\frac{i+2}{2}, \frac{j+2}{2})})$ $= fsmooth(q_{(\frac{i}{2}-1, \frac{j}{2}-1)}, ..., q_{(\frac{i}{2}+1, \frac{j}{2}-1)}, ..., q_{(\frac{i}{2}+1, \frac{j}{2}-1)}, ..., q_{(\frac{i}{2}-1, \frac{j}{2}+1)}, ..., q_{(\frac{i}{2}-1, \frac{j}{2}+1)}, ..., q_{(\frac{i}{2}+1, \frac{j}{2}+1)})$

20

Für gerade i und gerade j folgt dann:

$$\begin{split} sm_{(i_g,j_g)} &= fsmooth(q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}-1)},\\ q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}-1)},\\ q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2})},\\ q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}+1)},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}+1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}+1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}+1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}+1)}) \end{split}$$

Für ungerade i und gerade j:

$$sm_{(i_{w},j_{g})} = fsmooth(q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}-1)}, q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}-1)}, q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}-1)}, q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}-1)}, q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2})}, q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2})}, q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2})}, q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2})}, q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2})}, q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}-1)}, q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}-1)}, q_{($$

Für gerade i und ungerade j:

$$\begin{split} sm_{(i_{u},j_{u})} &= fsmooth(q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}+1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}+1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}+1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}+1)},q_{($$

Für ungerade i und ungerade j:

5

Betrachtet man die in den Formeln vorhandenen Abhängigen erhält man:

$$\begin{split} sm_{(i_g,j_g)} &= fsmooth_{gg}(q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2})},\\ q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}+1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}+1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}+1)})\\ sm_{(i_u,j_g)} &= fsmooth_{ug}(q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2})},\\ q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}+1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}+1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}+1)})\\ sm_{(i_g,j_u)} &= fsmooth_{gu}(q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2})},\\ q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}+1)},q_{(\frac{i}{2},\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2})},q_{(\frac{i}{2}+1,\frac{j}{2}-1)},q_{(\frac{i}{2}-1,\frac{j}{2}-1)}$$

Man kann nun erkennen, daß die Gleichungen für gerade und für ungerade (i,j) jeweils die gleichen Elemente enthalten.

- Ausgehend von einem Quadrat der Kantenlänge zwei an zu berechnenden Zielpixeln, bei dem die linke untere Ecke gerade i und gerade j repräsentiert, läßt sich folgendes schließen:
- Aus neun Quellelementen bzw. neun Quellpixeln kann man vier 10 Zielpixel bestimmen.
 - Die vier Zielpixel werden zwar aus den gleichen Quellpixeln berechnet, die Abhängigen stehen aber an verschiedenen Stellen in den Ausgangsgleichungen, man erhält für jedes der vier Pixel eine eigene Gleichung.
- Um die geforderte Qualität einer Zielmatrix der Größe 5 zu erhalten reicht im Quellbereich eine Matrix der Größe 3 aus,

- d.h. die Gleichungen enthalten im Quellbereich nur 9 Abhängige anstatt 25 im Zielbereich.
- Aus einem Quellpixel (mit Umgebung) können vier Zielpixel parallel (nach eigenen Gleichungen) berechnet werden. Dadurch steigt zwar der Berechnungsaufwand, aber auch die Geschwindigkeit, die vier Zielpixel werden dabei parallel und unabhängig voneinander berechnet. Je nach Gleichungen ist ein Zusammenfassen bestimmter logischer Teiloperationen möglich.
- Zur Glättung wird nicht mehr das Zwischen-Bild herangezogen, das sx * sy (in unserem Fall 2*2=4) mal größer ist als
 das Quellbild. Beim glättenden Skalieren muß daher nur ein
 viertel der Datenmenge die Glättungsoperation durchlaufen.
- Die Skalierung ist im Prozeß enthalten, die Daten müssen nur einmal bearbeitet werden, nicht zweimal wie bei den oben 15 beschriebenen, bekannten Verfahren.
 - In Summe ermöglicht das glättende Skalieren im Quellraster eine schnellere Durchführung der Operationen bei gleicher Qualität als im zweistufigen Prozeß.
- Je größer der Skalierfaktor ist, umso größer ist der rela-20 tive Gewinn durch das einstufige Verfahren zum Glätten und Skalieren.
- Das beschriebene Verfahren ermöglicht die Kombination aller Skalier-und Glättungsregeln, die sich nach den Gleichungen 2, 25 3, 4 und 6 beschreiben lassen.

Dieses Beispiel läßt sich wie folgt verallgemeinern:

- Ausgegangen wird von dem kleinsten Rechteck im Quellbereich, das sich direkt in den Zielbereich abbilden läßt (bei 30 ganzzahligen Skalierfaktoren nur ein Pixel). WO 99/28864 PCT/EP98/07689

- Man zeichnet das Rechteck mit den Zielpixeln (Zielrechteck). Um jedes Eck-Zielpixel legt man die Glättungsmatrix mit Kantenlänge G im Zielbereich.

28

- Aus der Ausdehnung läßt sich die Größe des zu betrachtenden Quell-Rechtecks bestimmen.
 - Alle Zielpixel im Zielrechteck lassen sich aus den Quell-Pixeln im Quell-Rechteck berechnen. Nur die Quellmatrix muß zur Berechnung durchlaufen werden. Die Pixel im Zielrechteck lassen sich parallel unabhängig voneinander bestimmen.

10

Anhand der Figuren 8 und 9 sollen die Verbesserungen veranschaulicht werden, die sich durch das Glätten der Bilddaten im Raster des Quellbildes ergeben.

Es wird von einem Quellbild ausgegangen, das um den Faktor 2 skaliert und dann geglättet werden soll. In dem Quellbild wird ein Bereich 15 von 3 x 3 Pixeln betrachtet. Nach dem Skalieren mit einem Faktor 2 wird daraus ein Bereich 16 des Zwischenbilds mit der Größe 6 x 6 Pixel erhalten.

20

25

30

Innerhalb des Bereichs 16 soll nun eine Glättung mit einer Filterfenster 17 der Größe 5 x 5 durchgeführt werden. Dieses 5 x 5 - Fenster läßt sich viermal in dem Bereich 16 unterbringen. Einmal wie in Figur 9a gezeigt und weiter wie in den Figuren 9b, 9c und 9d gezeigt. Jede der in den Figuren 9a bis 9d dargestellten Operationen läßt sich rechnerisch durch eine Erkennungsmatrix darstellen, wobei pro Matrix je ein Pixelwert bestimmt wird. Aus der in Figur 9a dargestellten Position des Filterfensters 17 wird beispielsweise der Wert des Pixels 18 berechnet.

Aus den Erkennungsmatrizen, die den Figuren 9a bis 9d zugrunde liegen, erhält man vier geglättete Ziel-Pixel 18, 19, 20 und 21. Diese Gruppe von Zielpixeln ist in Figur 9e gemeinsam mit 22 bezeichnet.

Die 3 x 3-Quell-Matrix 15 beschreibt 512 mögliche Pixelkombinationen. Für jede dieser Kombinationen läßt sich mit einem
allgemeinen Skalierverfahren (Skalierfaktor 2) eine Zwischenmatrix bestimmen, aus der sich dann mit einer 5 x 5 - Glättung 4 Zielpixel ergeben. Das Skalieren und das Glätten kann
in einem Schritt ausgeführt werden, da ein eindeutiger Zusam10 menhang zwischen Quellmatrix (Zentral - Pixel mit 8 Umgebungspixeln) und den Zielpixeln (Ziel - Matrix) besteht. Jedes
Quellpixel wird dabei unter Berücksichtigung seiner Umgebung
direkt in vier Zielpixel umgesetzt.

Bei einer größeren Quellmatrix (z.B. 5 x 5 Pixel), ist bei Skalierfaktor 2 eine Glättung mit einer größeren Erkennungsmatrix (z.B. mit einer 9 x 9-Matrix) möglich, um wieder 4 Ziel-Pixel zu erhalten. Folgende Gleichung beschreibt dieses Verhalten für ganzzahlige, in den x- und y-Richtungen gleiche Skalierfaktoren s:

$$e = s * (q_M - 1) + 1$$
 (Gleichung 8),

wobei

q_M: Größe der Quell - Matrix,

e: Größe der Erkennungsmatrix im Zielraster und

s: Skalierfaktor bezeichnen.

Beispiel für nicht ganzzahlige Skalierfaktoren

Ein Beispiel für einen Skalier- und Glättvorgang, bei dem Gleichung 6 mit sx = sy = 2.5 und G = 5 gilt, wird anhand der

Figuren 10 bis 13 beschrieben. Ein Quellpixel-Quadrat 23 der Kantenlänge 2 entsprechend der durch die Rasterlinien 23' und 23'' vorgegebenenen Rasterweite RW1 = 1/240 inch (Quellraster, 240 dpi) wird dabei auf ein Zielpixel-Quadrat 24 der Kantenlänge 5 entsprechend der durch die Rasterlinien 24' und 24'' vorgegebenenen Rasterweite RW2 = 1/600 inch (Zielraster, 600 dpi) in der Skalierung abgebildet.

Um jedes der 5 x 5 Ziel-Pixel, das innerhalb des 2 x 2 Quellpixel-Quadrats 23 liegt, wird eine Glättungsmatrix gelegt
(Figur 11). Unter Berücksichtigung der Nachbarn erster Ordnung ergeben sich die Werte für die 5 x 5 Zielpixel nach obiger Beschreibung aus einer Gruppe 25 von 4 x 4 Quellpixeln,
bei G=5.

15

5

Besonderes Ausführungsbeispiel für nicht ganzzahlige Skalierfaktoren

Im oben beschriebenen Verfahren werden 5 x 5 = 25 Zielpixel aus $4 \times 4 = 16$ Quellpixeln erzeugt. Realisiert man dieses 20 Verfahren in Software mit einer Look-Up-Tabelle, so umfaßt diese Tabelle 65536 Einträge zu je 25 Bit. Aufgrund der byteweisen Arbeitsweise von Mikroprozessoren sind dann 65536 x 4 Byte = 262144 Bytes durch die Tabelle belegt. Eine derart große Tabelle läßt sich meist nicht mehr im Cache-25 Speicher üblicher Mikroprozessoren unterbringen. Die Abarbeitung der Daten kann deshalb nur relativ langsam erfolgen. Um die Verarbeitungsgeschwindigkeit zu erhöhen, werden in einer verbesserten Verfahrensweise jeweils kleinere Gruppen von Quellpixeln gemeinsam verarbeitet, bei der je 3 x 3 Zielpixel 30 nur von je 3 x 3 Quellpixeln abhängig sind. Der oben beschriebene Arbeitsgang wird dabei in vier Teilschritte unterteilt. Für jeden Schritt wird eine Tabelle verwendet, mit der aus 9 Quellpixeln 9 Zielpixel erzeugt werden. Dazu werden

30

4 x 512 Einträge á 9 Bit bzw. eine Tabellengröße von 4096 Byte benötigt. Gegenüber den o.g. 262144 Bytes ist dies eine Speicherreduktion um den Faktor 64. Die derart erzeugten, 3 x 3 Zielpixel werden dann in Form einer "ODER"-Operation übereinandergelegt.

Die Figuren 12 und 13 veranschaulichen diesen Vorgang: In Figur 12 sind vier Quellpixel 2-2, 2-3, 3-2 bzw. 3-3 mit ihren jeweiligen Umgebungs-Quellpixeln gezeigt, also Quellpixel-Fenster 52a, 52b, 52c, 52d. Die Quellpixel liegen in einem 10 240 dpi-Raster vor. Aus den Quellpixeln 2-2, 2-3, 3-2 und 3-3 soll jeweils ein 3 x 3-Zielpixel-Quadrat (Matrix) 26, 27, 28 bzw. 29 gebildet werden, beispielsweise zu Quellpixel 2-2 das Zielpixel-Quadrat 26, zu Quellpixel 2-3 das Zielpixel-Quadrat 27 usw. Die Zielpixel-Quadrate 26, 27, 28, 29 werden dann so 15 übereinandergelegt, daß jeweils die Linien 31, 31', 31' und 31''' miteinander fluchten sowie die Linien 32, 32', 32'' und 32'''. Durch diese Überlagerung kommen gleiche Quellpixel (1-2, 1-3; 2-1..2-4; 3-1..3-4; 4-2, 4-3) der Quellpixel-Fenster 52a..52d deckungsgleich aufeinander zu liegen. Wei-20 terhin ergibt sich dadurch das 5 x 5-Zielpixel-Quadrat 30 der Figur 13 entsprechend der höheren 600 dpi-Auflösung. Bezogen auf die umzusetzenden Quellpixel 2-2, 2-3, 3-2 und 3-3 erfolgt die Umsetzung dabei einzelpixelweise und bildzeilenweise nach folgenden Regeln: 25

In der ersten Bildzeile und allen Folgezeilen mit ungeradzahliger Zeilennummer werden das erste und alle nachfolgenden ungeradzahligen Quellpixeln gemäß dem Quellpixelfenster 52a umgesetzt (je eine Zielpixel-Matrix der Art 26 gebildet), das zweite und alle nachfolgenden geradzahligen Quellpixel dieser Zeilen werden gemäß Quellpixel-Fenster 52b umgesetzt (je eine Zielpixel-Matrix der Art 27 gebildet). In der zweiten Bildzeile und allen Folgezeilen mit geradzahliger Zeilennummer

werden das erste und alle ungeradzahligen Folge-Quellpixel jeweils gemäß dem Quellpixel-Fenster 52c in eine Zielpixel-Matrix der Art 28 umgesetzt sowie die geradzahligen Quellpi-xel gemäß dem Quellpixel-Fenster 52d in eine Zielpixel-Matrix der Art 29.

Die soeben beschriebene Aufteilung in vier Schritte ist möglich, wenn die je 3 x 3 Zielpixel-Quadrate (Matrizen) 26, 27,
28, 29 in Figur 12 nur von den jeweils 3 x 3 Quellpixel10 Fenstern 52a, 52b, 52c, 52d abhängig sind. Dies wird durch
das verwendete Skalierverfahren vorgegeben und ist bei vielen
Skalierverfahren auch gegeben. Die mit einer "ODER"-Operation
übereinandergelegten Pixel sind gleich.

- Alternativ zu dem beschriebenen symmetrischen Bestimmen und 15 Zusammenfügen durch Ineinanderschieben (Überlappen) der Quellpixel ist auch ein unsymmetrisches Bestimmen und Zusammenfügen gemäß den Figuren 22 und 23 möglich. Dabei wird beispielsweise aus dem Quellpixel 2-2 ein 3 x 3- Zielpixel-Quadrat 53 gebildet, aus dem Quellpixel 2-3 ein 2 x 3-Zielpixel-Rechteck 54, aus dem Quellpixel 3-2 ein 3 x 2-Zielpixel-Rechteck 55 und aus dem Quellpixel 3-3 ein 2 x 2-Zielpixel-Quadrat 56. Die dadurch gebildeten Zielpixel-Rechtecke bzw. Quadrate 53, 54, 55 und 56 (Zielbild-Matrizen) werden dann ohne Überlapp als Zielbild zusammengefügt. Die 25 übrigen, bei der symmetrischen Verarbeitung genannten Verfahrensschritte (z.B. Registereintrag, Indexbildung, zeilenweises Vorgehen) werden dabei identisch durchgeführt.
- Die oben beschriebenen Varianten zur Bildung der Zielpixel-Quadrate können für bestimmte Implementierungen von Vorteil sein. Natürlich lassen sich die gleichen Prinzipien auch auf andere Werte von sx, sy und G anwenden.

Byteweises Verarbeiten der Quellpixel zur Umwandlung des zweidimensionalen Problems in ein eindimensionales

- Das vorgestellte Verfahren wandelt Rechtecke von Quellpixeln in Rechtecke von Zielpixeln um. Bei einer in Hardware, Software oder Firmware realisierten digitalen Datenverarbeitung läßt sich im allgemeinen ein Byte-orientiertes Vorgehen besser auf die Arbeitsweise der elektronischen Komponenten abbilden als ein Bit-orientiertes Vorgehen. Quellpixel liegen im allgemeinen als Quellimage in einem Speicherbereich vor, der Byte-orientiert in Zeilen organisiert ist. Eine gespeicherte Zeile entspricht dabei einer Bildzeile (Scanline).
- Anhand der Figuren 15 bis 18 wird eine Byte-orientierte Ver-15 fahrensweise veranschaulicht, mit der die Quellpixel eindimensional mit Hilfe eines Schieberegisters verarbeitet werden. Dazu werden die Quellpixel gemäß bestimmten Konventionen in das Schieberegister eingetragen, wie in Figur 16 gezeigt. Dies kann direkt in Hardware passieren, indem die einzelnen Zeilen an die entsprechenden Stellen im Register übernommen werden. Bei einer Realisierung in Software wird aus Performancegründen eine Look-Up-Tabelle verwendet. Diese Tabelle ist gemäß Figur 17 aufgebaut. Beim Eintragen in das Register wird die obere Scanline nach Umsetzung direkt in das Register 25 kopiert, die nächste Scanline wird nach Umsetzung um eine Pixelposition nach links verschoben (shift) und dann in das Register eingetragen, die 3. Scanline wird nach Umsetzung um 2 Positionen nach links versetzt in das Register eingetragen 30 (Figur 18).

Im Detail läuft diese Vorgehensweise wie folgt ab: In Figur 15a ist ein Ausschnitt 33, der drei durch die Linien 34 und

34' begrenzte, übereinanderliegende und jeweils acht Pixel breite Streifen 35, 35' und 35'' des Quellbildes dargestellt. Links daneben ist jeweils das letzte Pixel der vorigen acht, rechts daneben ist jeweils das erste Pixel der nächsten acht Pixel noch dargestellt. Über diese Struktur wird von links nach rechts ein 3 x 3 Erkennungs-Fenster 36 geschoben. Die Sequenz der Figuren 15a, 15b, 15c und 15d veranschaulicht dies für die ersten vier Schiebevorgänge.

Die Schiebewirkung wird durch bestimmtes Eintragen in das Register 37 und durch Verschieben (shift) um 3 Positionen nach rechts erreicht, wie in Figur 16 mit den Verarbeitungsschritt 45 veranschaulicht. Die acht in einer Bildzeile nebeneinander liegenden Werte(1 byte) werden dabei von rechts nach links jeweils so in das Register 37 eingetragen, daß benachbarte Zeilenwerte im Register um jeweils drei Plätze voneinander beabstandet sind.

Wenn in der Darstellung "Pxy" x und y jeweils den Index in x
20 bzw. y-Richtung angeben und "Rn" die n-te Position im Register 37, dann werden zum Beispiel die Werte der Pixel P11,
P15 und P18 (Bildzeile 36) im Register 37 an den Positionen
R1, R13 und R22 abgespeichert. Die jeweils ersten Werte P21
und P31 der nachfolgenden Bildzeilen 34 und 35 liegen dagegen

25 im Register direkt neben dem Wert von P11 an den Positionen
R2 und R3. Hierdurch wird erreicht, daß die zweidimensionalen
Pixelwerte des Bildes byte-und zeilenweise in das eindimensionale Register eingetragen werden können und daß die Werte
im Register spaltenweise zum Auslesen bereit stehen. Es er30 folgt also eine Abbildung der zweidimensionalen Werte des
Bildes in das eindimensionale Register 37.

25

Die 3 x 3 = 9 Pixel des Fensters 36' ergeben den Index für die kombinierte Skalier-Glättungs-Tabelle. Dieser Index läßt sich aus dem Register 37 direkt entnehmen als der aus dem Bereich 38 (die 9 rechten, benachbarten Bits des Registers 37) gebildete Wert. Die Bits dieses Werts entsprechen dem Erkennungsfenster und ergeben die geglätteten Zielpixel.

Die entsprechenden Indices für die restlichen sieben Bits einer Bildzeile (35, 35' oder 35'') erhält man anschließend durch jeweiliges Shiften der Registerwerte um 3 Stellen nach rechts. Dieser Shift-Vorgang entspricht dann dem Schieben des Erkennungsfensters 36 in der Sequenz der Figuren 15a bis 15d.

Die Indexdaten können einmal für jeden Block aus 3 Byte

15 Quelldaten in einem Register aufgebaut werden. Das Bestimmen der Indices für die Skalierungs-Glättungsmatrizen einer Bildzeile läßt sich dann noch weiter optimieren. Der Aufbau des Indexregisters aus dem jeweiligen Byte läßt sich dann nämlich in nur einem Schritt über eine Tabelle realisieren, die die in Figur 17 schematisch gezeigten Eigenschaften hat.

Die Linien 39 verbinden jeweils die linke Kante einer Quelle 40 mit der dazu gehörenden Registerposition 41. Für die
beiden unteren Bytes der Quelle wird die Umsetztabelle dann
einfach um 1 Pixel (das mittlere) oder um 2 Pixel (das untere
Byte) nach links geschoben und auf das Indexregister geodert.
Diese Umsetztabelle wird im folgenden als Indextabelle bezeichnet.

Die Figur 18 veranschaulicht nochmals den gesamten, auf einer byte-weisen Verarbeitung beruhenden, in Software programmierten Vorgang zum Glätten und Skalieren der Quellbilddaten. Aus je 3 Bytes Eingangsbilddaten 42 im Ausschnitt 33 des Quell-

bildes wird über die als Look-Up-Tabelle ausgeführte Indextabelle 43 das 30-Bit Register 37 gefüllt (wobei natürlich auch ein 32 Bit-Register verwendet werden kann). Beim Abspeichern des zweiten bzw. dritten Bytes in das Register 37 wird im Verarbeitungsschritt 44 jeweils um eine Position geshiftet (<<1, <<2). Registerplätze, die bereits mit dem vorhergehenden Byte beschrieben worden sind, werden mit den nachfolgenden Daten mit einer "ODER"-Operation überschrieben. Die unteren 9 Bits 45 des Registers 37 ergeben einen Index für die Skalier-Glättungs-Tabelle 46, aus der die skalierten und geglätteten Zielpixel 47 direkt entnommen werden können. Diese werden dann im Zielbereich abgelegt. Danach wird der nächste 3-Byte-Block im Quellbereich bearbeitet. Diese Prozedur wird über das gesamte Quellbild hinweg wiederholt. An den Rändern werden für die nicht vorhanden Randpixel nicht gesetzte Pixel angenommen.

Verallgemeinerung des byteweisen Bereitstellen der Quellpixel

Im vorstehenden Beispiel wurde ein quadratisches Glättungs-Fenster mit Qx = Qy = 3 und binäre Pixeldaten zugrunde gelegt. Allgemein ausgedrückt, ist jedoch beim dem Vorgang des Glättens und Skalierens aus einem Rechteck von Quellpixeln ein Quadrat von Zielpixeln zu bestimmen.

25

5

10

15

Ausgehend von einem in Figur 19 gezeigten Quellpixel-Rechteck 48 der Breite Q_x in x-Richtung und der Breite Q_y in y-Richtung wird ein Schieberegister der Größe

$$B = Qy \times W \times ((8n/W) - 1 + Qx)$$

30

Bit benötigt. Dabei muß 8n/W ganzzahlig sein. Das Schieberegister wird in jedem Schritt mit je n Byte jeder Scanline (Zeile) im Quellpixel-Rechteck nach folgender Gleichung befüllt:

$$R_{(i+A)} = q(i/Q_y, Q_y -1 - (i \ Q_y))$$
 (Gleichung 9),

5

wobei gilt:

Ri: Wert des i-ten Registerbits

q(k,l): Wert des Quellpixels mit der Position (k,l)

/: Integer-Division

10 %: Modulo-Division

 $A = W \times (Qy \times (Qx - 1))$

n: Anzahl eingelesener Bytes pro Zeile

W: Wertigkeit eines Pixels, d.h. Bit pro Pixel (binär, Graustufenwert, Farbwert) und

15 B: Breite des Schieberegisters in Bit

Alternativ zur Regel nach Gleichung 9 kann auch die Regel

$$R_{(i+A)} = q(i/Q_v, i% Q_v)$$
 (Gleichung 9a)

20

30

verwendet werden.

Wenn das Schieberegister nach Gleichnung 9 oder 9a vorbelegt wird, dann enthalten die unteren W*Qx*Qy Bits 49 das ge25 wünschte Quellfenster in eindimensionaler Darstellung (im folgenden Indexbits genannt).

Durch Schieben nach rechts um Qy Pixel (W*Qy Bits) erhält man die Indexbits 49 für das nächste Quellfenster. Dieser Vorgang wird 8n/W mal durchgeführt (8n/W muß ganzzahlig sein und es

PCT/EP98/07689

WO 99/28864

wurde je n Byte pro Quell-Zeile eingelesen), danach erfolgt die Füllung des Registers mit den nächsten Quellbytes.

Figur 20 zeigt eine entsprechende Realisierung in Hardware.

5 Die jeweils erhaltenen Indexbits 49 bilden die Eingangssignale für eine Logik-Schaltung 50 zur Berechnung der Zielpixel.

Figur 21 zeigt schematisch eine Umsetzung in Form von Software. Die Indexbits 49 dienen hier als Index zum Adressieren einer Look-Up-Tabelle 51, welche die für diese Kombination bereits im voraus berechneten Zielpixel erhält.

Verarbeiten von Graustufen- Farbdaten

10

30

15 Die Bearbeitung von Graustufen- oder Farbpixeln erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie mit binären Daten. Alle Kästchen in den gezeichneten Figuren stellen dann ein Pixel dar, das W Bits pro Pixel enthält anstatt einem Bit pro Pixel bei binären Daten. Die Indexbildung sowie die Formeln für die Kombination aus Skalieren und Glätten beziehen sich alle auf Pi-20 xel, es ändert sich lediglich die Anzahl der Bits pro Pixel. Die Skalier-Glättungs-Tabelle enthält dann Grau- bzw. Farbwerte anstatt Bits pro Pixel. In Bild 18 bezeichnen die Shiftwerte auf das Indexregister (<<1, <<2) Pixelpositio-25 nen, in Bits ausgedrückt sind das (<< 1 x W, << 2 x W) Bits. Das Verfahren läßt sich also geauso wie für binäre Daten auch für die Verarbeitung von Daten mit W Bits pro Pixel verwenden um Daten eines ersten Rasters in ein zweites umzusetzen, das feiner ist (Hochskalieren).

Erhöhung der Grau-/Farbstufen

Bisher wurden Anwendungsfälle beschrieben, die Daten einer ersten Auflösung in Daten einer zweiten Auflösung umsetzen,

wobei die zweite Auflösung feiner ist als die erste und die Anzahl der Grau-/Farbstufen gleich blieb. Das beschriebene Verfahren läßt sich aber auch für eine Erhöhung der Grau-/Farbstufen (im folgenden nur noch als Graustufen bezeichnet) benutzen. Ausgegangen wird von einem Skalierfaktor S, die Quelldaten liegen mit Wq Bits pro Pixel vor, die Zieldaten sollen mit Wz Bits pro Pixel erstellt werden.

Insgesamt werden am Ende

10

15

 S^2 Zielpixel mit $2^{w_2}-1$ Variationsmöglichkeiten benötigt. Nach dem bisherigen Verfahren würde man S^2 Zielpixel mit $2^{w_q}-1$ Variationmöglichkeiten erhalten. Wir erreichen die erweiterten Variationsmöglichkeiten, indem mit einem neuen, größeren Skalierfaktor Sr skaliert wird. Dieser ist üblicherweise (der Einfachheit halber) ganzzahlig. Dazu ist folgende Ungleichung zu lösen

$$Sr^{2} * (2^{Wq} - 1) \ge S^{2} * (2^{Wz} - 1)$$

 $Sr^{2} \ge S^{2} * \frac{2^{Wz} - 1}{2^{Wq} - 1}$
 $Sr \ge S * \sqrt{\frac{2^{Wz} - 1}{2^{Wq} - 1}}$

20

Die zusätzlichen Pixel im Zielbereich, die sich durch den höheren Skalierfaktor ergeben, werden dann in die benötigten Graustufen umgewandelt.

25

Wq Bits pro Pixel der Quelldaten

Wz Bits pro Pixel der Zieldaten

S Skalierfaktor

Sr resultierender Summenskalierfaktor.

30

Dies soll beispielhaft an einer Umsetzung von binären 300 dpi-Daten in 300 dpi-Daten mit 2 Bit pro Pixel dargestellt

werden. Hier werden nur die Graustufen, nicht die Auflösung erhöht. Es gilt:

$$Wq = 1$$

$$Wz = 2$$

$$5 S = 1$$

$$Sr \ge 1 * \sqrt{\frac{2^2 - 1}{2^1 - 1}} = \sqrt{\frac{4 - 1}{2 - 1}} = \sqrt{\frac{3}{1}} = \sqrt{3}$$

10 Gewählt wird beispielhaft: Sr = 2

Skalierfaktor 2, wir erhalten 4 Zielpixel für ein Quellpixel. Die vier gewonnenen Pixel haben Werte zwischen b0000 und bl111, wobei das vorangestellte b binäre Schreibweise bedeutet. Diese Pixel werden nun in Graustufen umgewandelt, wobei 15 die Anzahl schwarze Pixel (z.B mit Pixelwert 1) aufsummiert und in einen Grauwert umgesetzt werden. Die Umsetzung muß nicht linear erfolgen, sie kann sich nach der (Nicht)Linearität der Ausgabeeinheit richten. Die Umsetzung 20 erfolgt mittels einer Tabelle, z.B.

Pixelwert Grauwert

Kein schwarzes Pixel

25 b0000 b00

Ein schwarzes Pixel

	b0001	b01
	b0010	b01
30	b0100	b01
	ь1000	b01

Zwei schwarze Pixel

	b0011	b10
35	b0101	b10
	b1001	b10

_			
•	b01:	10	b10
	b101	10	b10
	b110	00	b10
5	Drei	schwarze	Pixel
	b013	11	b11
	b10	11	b11
	b110	01	b11
	b11:	10	b11
10			
	Vier	schwarze	Pixel
	b111	11	b11

20

Die Skalier-Glättungstabelle 46 in Figur 16 hat dann bei einer Größe des Glättungsfensters von G = 5 im Zielbereich, Qx = Qy = 3 im Quellbereich 512 Einträge mit je einem Pixel, das aus 2 Bit besteht. Da die Umwandlung in Graustufen schon in die Skalier-Glättungstabelle eingearbeitet ist, bewirkt sie keinen Performaceverlust.

Nutzung der Variabilität bezüglich der verwendeten Skalierund Glättungsalgorithmen

Es können verschiedene Kombinationen aus Skalierung und Glät-25 tung durch einfachen Austausch des Inhalts der Skalier-Glättungstabelle realisiert werden, ohne die restliche Vorrichtung, egal ob in Hardware oder Software ausgeführt, beeinflussen zu müssen. Dies ermöglicht das Vorgeben von bestimmten Skalier- und Glättungsverfahren z.B. in Druckdaten, 30 bei denen nicht im Vorraus feststeht in welcher Auflösung sie ausgedruckt werden sollen. Die Vorgabe der Verfahren für ein bestimmtes Quellimage kann erfolgen indem den Quelldaten über zwei zusätzliche Parameter die optimalen Verfahren z.B. aus einem Satz von durchnumerierten Standardverfahren ausgewählt 35 werden können. Alternativ könnten die Gleichungen der Verfahren in kodierter Form übergeben werden. Die Form der Kodierung ist dabei frei wählbar. Sollen z.B. in einem Drucksystem WO 99/28864 PCT/EP98/07689

Eingangsdaten mit verschiedenen Auflösungen verarbeitet werden (unterschiedliche Skalierfaktoren), ist dafür je eine eigene Vorrichtung nötig.

5 Verallgemeinerung der "Glättung"

10

15

30

verwaltet.

Besonders bei der Verarbeitung von Farbdaten existieren Algorithmen für Filterungen, die genauso wie Glättungsalgorithmen ein Fenster (Quadrat) mit ungerader Kantenlänge G über die Zielpixel schieben und aus den Umgebungspixeln das Zentralpixel neu bestimmen. Ist dieser Vorgang mit einer Skalierung verbunden, so läßt er sich nach dem hier beschriebenen Verfahren genauso im Quellbereich durchführen, die Skalier-Glättungstabelle würde dann z.B. eine Skalier-Filterungstabelle darstellen.

Die Erfindung wurde insbesondere zur Verwendung in einem Drucker beschrieben, der die Bilddaten von einem ersten Raster in ein zweites Raster umsetzt, unter Beibehaltung oder Erhöhung der Graustufen bzw. Farbwerte. Auch eine alleinige Erhöhung von Graustufen/Farbstufen im gleichen Raster ist möglich. Dabei ist klar, daß die Bilddaten auch innerhalb eines Computers so aufbereitet werden können, daß sie in einer an den Drucker angepaßten Auflösung zur Verfügung stehen.

25 Insbesondere in einem Netzwerk, bei dem Druckaufträge von verschiedenen Computern an einen zentralen Drucker gesendet werden, wird dies regelmäßig der Fall sein. Dabei kann die Umsetzung sowohl im sendenden Computer als auch in einem zwischengeschaltenen Computer erfolgen, der die Druckaufträge

Bezugszeichenliste

- 1 Quellbild
- 5 1-1, 1-2, 1-3, 1-4 Quellpixel
 - 2-1, 2-2, 2-3, 2-4 Quellpixel
 - 3-1, 3-2, 3-3, 3-4 Quellpixel
 - 4-1, 4-2, 4-3, 4-4 Quellpixel
 - 2 Skaliervorgang
- 10 3 Zwischenbild
 - 4 Glättvorgang
 - 5 Zielbild
 - 6 Koordinatensystem für Quell-bzw. Zielraster
 - 7 Pixel im Quellbereich
- 15. 7' Quellblock
 - 8 Pixel im Zielbereich
 - 8' Zielblock
 - 9 Quellquadrate
 - 10 Zielquadrate
- 20 11 weißes Eckpixel
 - 12 schwarzes Eckpixel
 - 13 Randpixel
 - 14 Bildausschnitt
 - 15 Quellbildbereich
- 25 16 Zwischenbildbereich
 - 17 Filterfenster
 - 18 erster Zielpixel
 - 19 zweiter Zielpixel
 - 20 dritter Zielpixel
- 30 21 vierter Zielpixel
 - 22 Zielpixelgruppe
 - 23 Quellpixel-Quadrat
 - 23', 23'' Rasterlinie
 - 24 Zielpixel-Quadrat
- 35 24', 24'' Rasterlinie

WO 99/28864 PCT/EP98/07689

- 25 Gruppe von Quellpixeln
- 26 Erstes 3 x 3-Quellpixel-Quadrat
- 27 Zweites 3 x 3-Quellpixel-Quadrat
- 28 Drittes 3 x 3-Quellpixel-Quadrat
- 5 29 Viertes 3 x 3-Quellpixel-Quadrat
 - 30 5 x 5-Zielpixel-Quadrat
 - 31, 31', 31'', 31''' Erste Fluchtende Linien
 - 32, 32', 32'', 32''' Zweite Fluchtende Linien
 - 33 Bildausschnitt
- 10 34, 34' Grenze des Bildausschnitts
 - 35, 35', 35'' Bildstreifen
 - 36, 36' Erkennungs-Fenster
 - 37 Schieberegister
 - 38 Schieberegister-Bereich
- 15 39 Zuordnungslinien
 - 40 Bildquelle
 - 41 Registerposition
 - 42 Quellbilddaten
 - 43 Indextabelle
- 20 44 Verarbeitungsschritt zum Shiften
 - 45 ausgelesene 9 Pixel
 - 46 Skalier-Glättungs-Tabelle
 - 47 Zielbilddaten
 - 48 Quellpixel-Rechteck
- 25 49 Indexbits
 - 50 Logikschaltung
 - 51 Look-Up-Tabelle
 - 52a..52d Quellpixel-Fenster
 - 53 Zielpixel-Quadrat
- 30 54 Zielpixel-Rechteck
 - 55 Zielpixel-Rechteck
 - 56 Zielpixel-Quadrat

Patentansprüche

- Verfahren zur Umsetzung digitaler, auf Quellpixel bezogener Quelldaten im Raster einer ersten Auflösung in digitale Zieldaten im Raster einer zweiten Auflösung, wobei
 - (a) die Daten um mindestens einen Skalierfaktor (s_x, s_y) , skaliert werden,

10

15

- (b) jedem Quelldatum (1, 7, 7', 23, 33, 42) einzelpixelweise anhand eines das Quellpixel umgebenden Umgebungsfensters (52a, 52b, 52c, 52d) eine Zielbild-Matrix (26, 27,
 28, 29, 53, 54, 55, 56) zugeordnet wird und aus benachbarten Zielbild-Matrizen (26, 27, 28, 29, 53, 54, 55, 56) die
 Zieldaten bestimmt werden,
- (c) die Daten im Raster (23', 23'') der Quelldaten (1, 7, 7', 23, 33, 42) geglättet werden und

20

- (d) jedes Quelldatum zum Glätten aller benachbarten Quelldaten verwendbar ist.
- Verfahren nach Anspruch 1, wobei benachbarte Zielbild Matrizen (26, 27, 28, 29, 53, 54, 55, 56) zur Bestimmung der Zieldaten einander überlagert oder ohne Überlapp zusammengefügt werden.
- 3. Verfahren zur Umsetzung digitaler Quelldaten im Raster einer ersten Auflösung in digitale Zieldaten im Raster einer zweiten Auflösung, wobei
 - (a) die Daten um einen Skalierfaktor (s_x, s_y) skaliert und geglättet werden

PCT/EP98/07689

WO 99/28864

20

25

35

46

- (b) eine Skalierungsregel und aus mehreren Glättungsregeln eine bestimmte Glättungsregel vorgegeben wird
- (c) die beiden vorgegebenen Regeln zu einer Skalierungsund Glättungsregel derart zusammengeführt werden, daß die Glättung im Raster (23', 23'') der Quelldaten (1, 7, 7', 23, 33, 42) erfolgt und
- (d) jedes Quelldatum zum Glätten mehrerer benachbarter
 Quelldaten verwendbar ist.
 - 4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Skalierungsregel aus mehreren Skalierungsregeln vorgegeben wird.
- 15 5. Verfahren nach Anspruch 3 oder Anspruch 4, wobei die Glättungsregel aus mehreren Glättungsregeln vorgegeben wird.
 - 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei die Vorgabe der Skalierungsregel und/oder der Glättungsregel durch einen Druckauftrag erfolgt.
 - 7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei innerhalb des Druckauftrages bereichsweise verschiedene Glättungsregeln verwendet werden.
 - 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Skalierfaktor $(s_x,\ s_y)$ einen gebrochenen Wert hat
- 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Ska-30 lieren und das Glätten in einem gemeinsamen Arbeitsschritt erfolgt.
 - 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Skalieren und Glätten erfolgt, indem einzelpixelweise aus den Quelldaten (1, 7, 7', 23, 42) je ein der Zielbild-

Matrix (26, 27, 28, 29, 53, 54, 55, 56) zugeordneter Index (49) erzeugt wird, mit dem die Zieldaten (8, 10, 24, 30, 47) ermittelt werden.

- 5 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Index (49) verwendet wird zur Adressierung einer Look-Up-Tabelle (51), welche die Zieldaten enthält.
- 12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Index (49) in Form eines Indexsignals zur Ansteuerung einer elektronischen Schaltung (51) verwendet wird, die aus den Indexsignalen die Zieldaten (8, 10, 24, 30, 47) bildet.
- 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die

 Quelldaten (33) Byte-weise in ein Schieberegister (37) gespeichert werden, wobei jeweils eine zusammengehörige
 Gruppe von Daten (36, 36') im Schieberegister (37) mit jedem Verarbeitungstakt geshiftet werden, wodurch nach dem
 Shiften aller Daten der Gruppe der Index (49) aus nebeneinanderliegenden Bits des Schieberegisters (37) gebildet
 wird.
 - 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schieberegister mit jedem Verarbeitungstakt nach folgenden Regeln befüllt wird:
 - (a) R_0 bis $R_{(A-1)}$ bleiben unberührt und
 - (b) $R_{(i+A)} = q(i/Q_y, Q_y -1 (i%Q_y))$ oder $R_{(i+A)} = q(i/Q_y, i%Q_y),$

30

25

wobei gilt:

Ri: Wert des i-ten Registerbits

 Q_x : Fensterbreite in x-Richtung

Qy: Fensterbreite in x-Richtung

q(k,1): Wert des Quellpixels mit der Position (k,1)

48

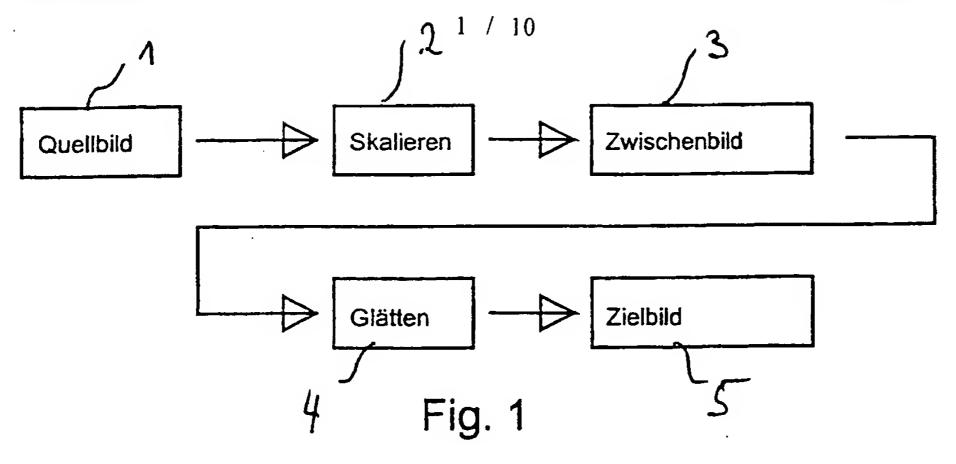
WO 99/28864 PCT/EP98/07689

- **/:** Integer-Division
- Modulo-Division und 응:
- $A = Q_v * (Q_x 1).$
- 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei 5 als Quelldaten (1, 7, 7', 23, 33, 42) zu Bildern gehörende Pixeldaten verarbeitet werden.
- 16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jeweils Ausschnitte des Bildes mit 1 x m Quellpixeln als 10 Fenster gemeinsam verarbeitet werden, daß aus jedem Quellpixel-Fenster Zielbild-Matrizen mit je n x p Zielpixeln gebildet werden und daß die Zielpixel benachbarter Zielbild-Matrizen in einem Speicher nebeneinander abgelegt 15 oder überlappt werden.
 - 17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei benachbarte Zielbild-Matrizen mit einer "ODER"-Operation überlappt werden.
- 18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei für Skalierfaktoren SF_{x} 20 = SF_y = 2,5 die Quellpixel-Fenster je 3 x 3 Pixel umfassen, daß aus jedem Quellpixel-Fenster genau eine Zielbild-Matrix mit 3 x 3 Zielpixeln gebildet wird und daß aus je vier Zielbild-Matrizen durch eine "ODER"-Operation genau 5 x 5 Zielpixel gebildet werden. 25
 - 19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jedem Quellpixel ein Grauwert zugeordnet ist.
- 20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei eine Skalierung 30 und/oder Glättung im Grauwert-Raster erfolgt.

35

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jedem Quellpixel ein Farbwert zugeordnet ist.

22. Verfahren nach Anspruch 19, wobei eine Skalierung und/oder Glättung im Farbwertwert-Raster erfolgt.



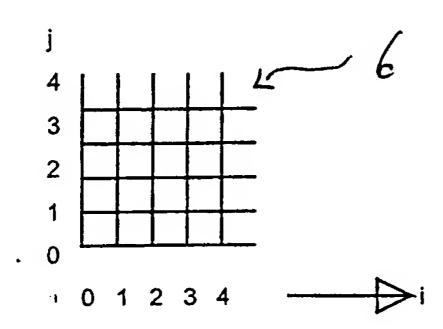


Fig. 2a

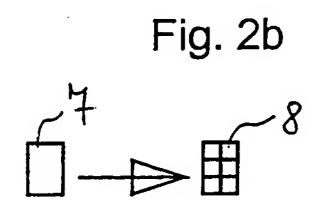
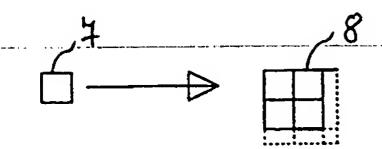
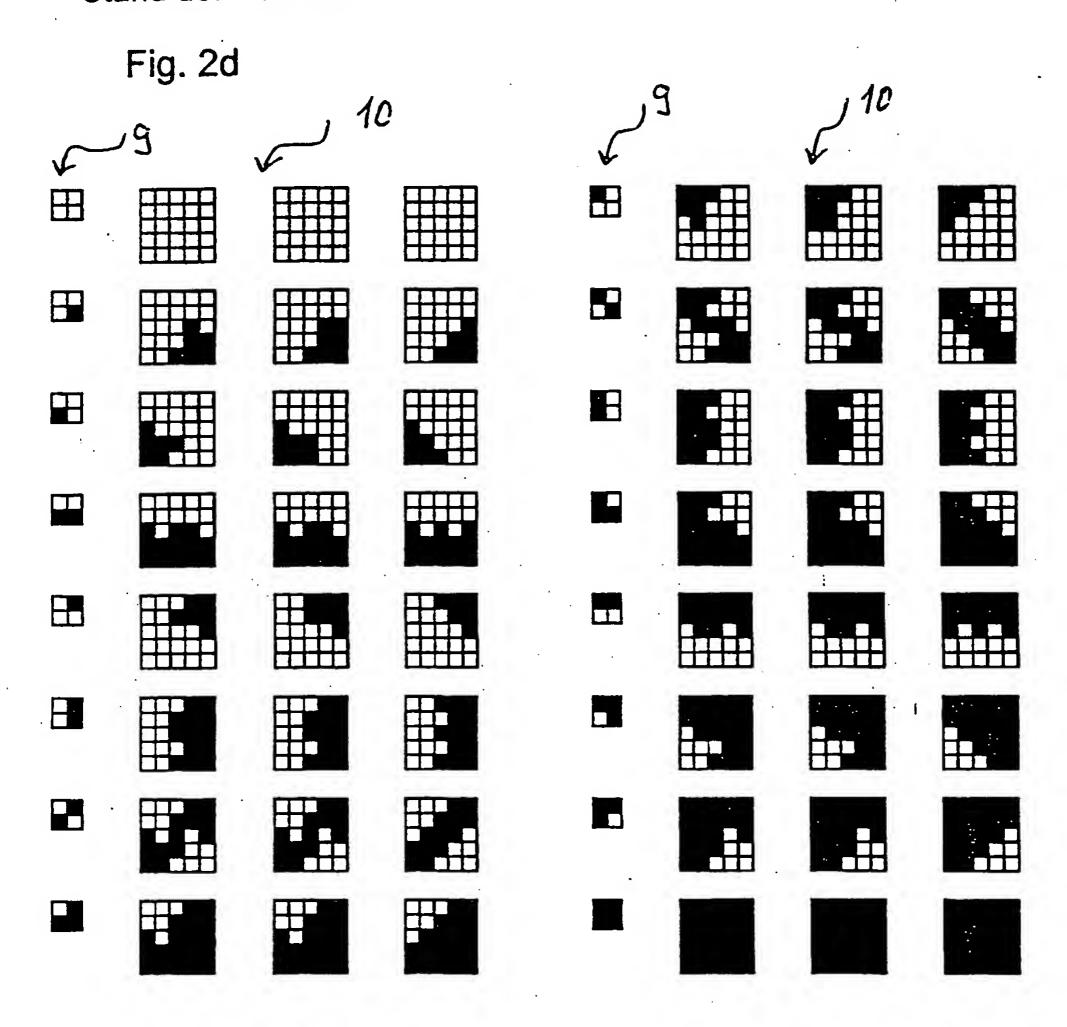


Fig. 2c

Stand der Technik



Stand der Technik



Stand der Technik

Fig. 3

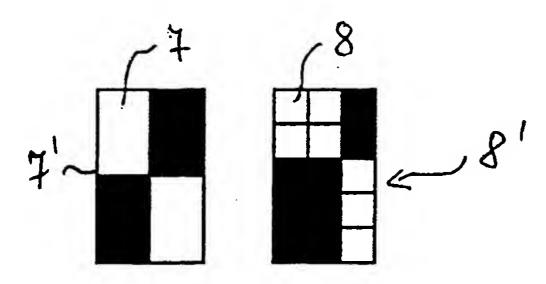


Fig. 4

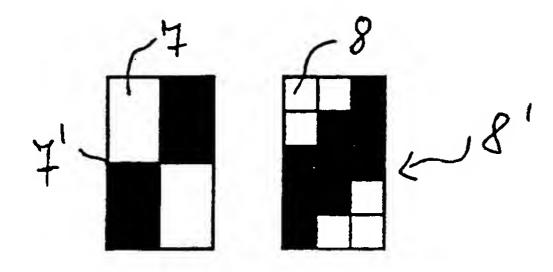


Fig. 5

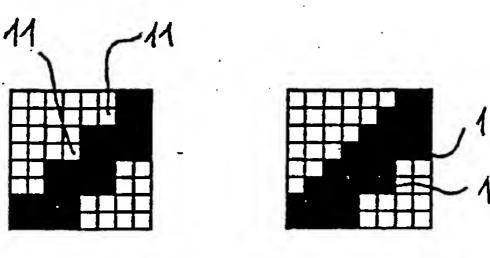
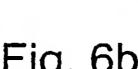


Fig. 6a





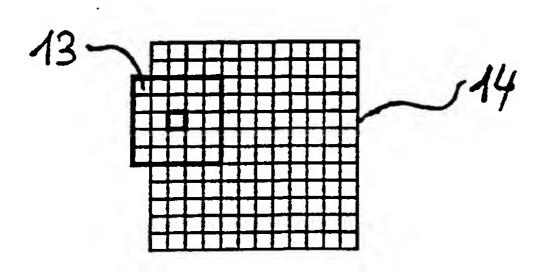


Fig. 7

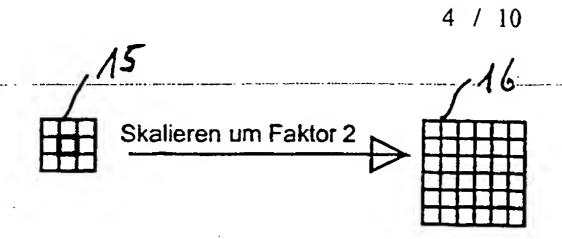
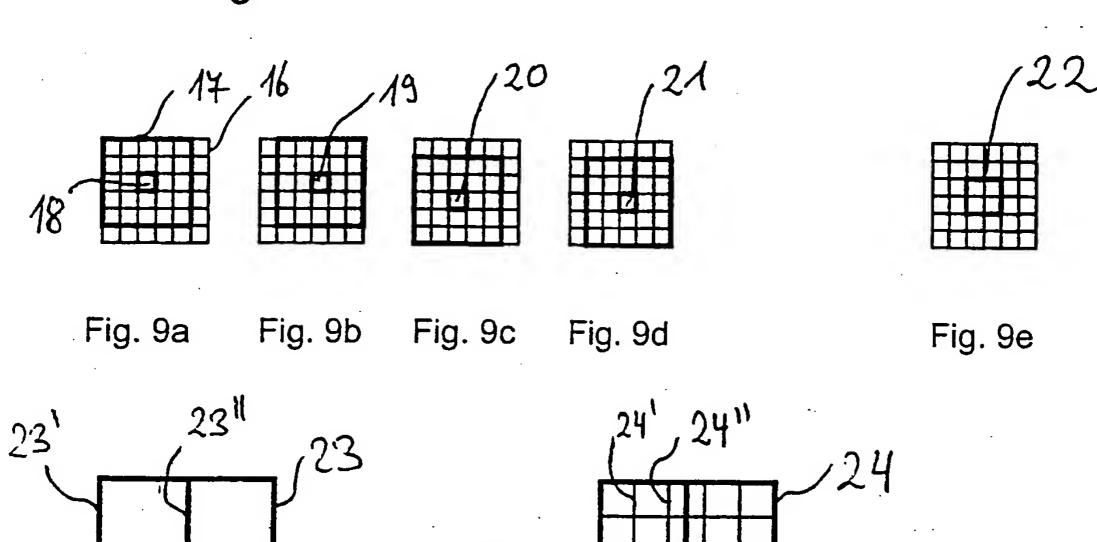
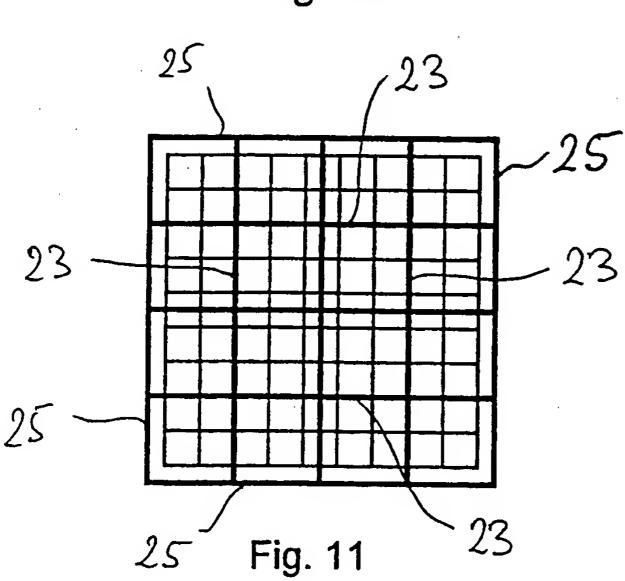


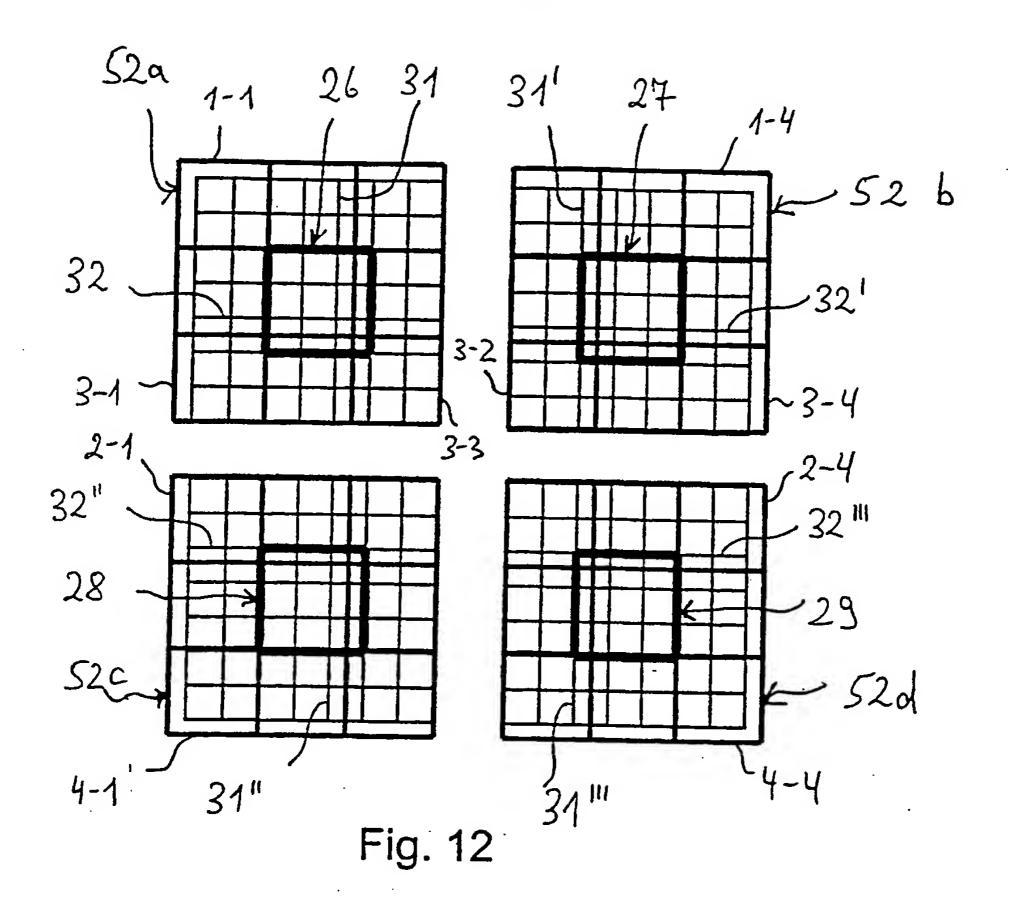
Fig. 8



K-RW2







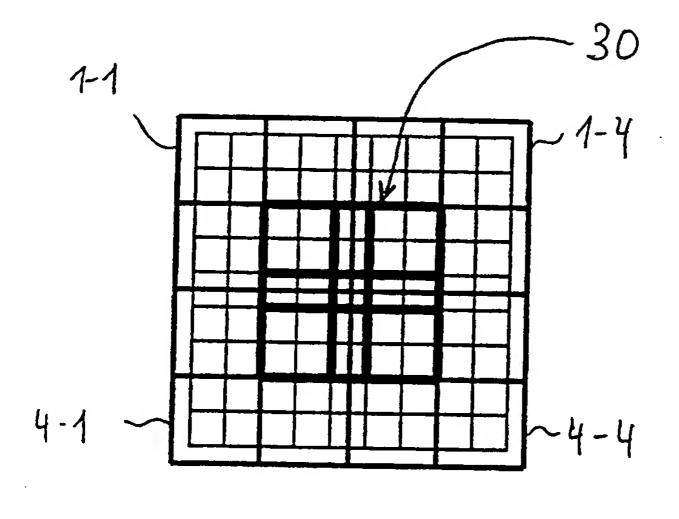
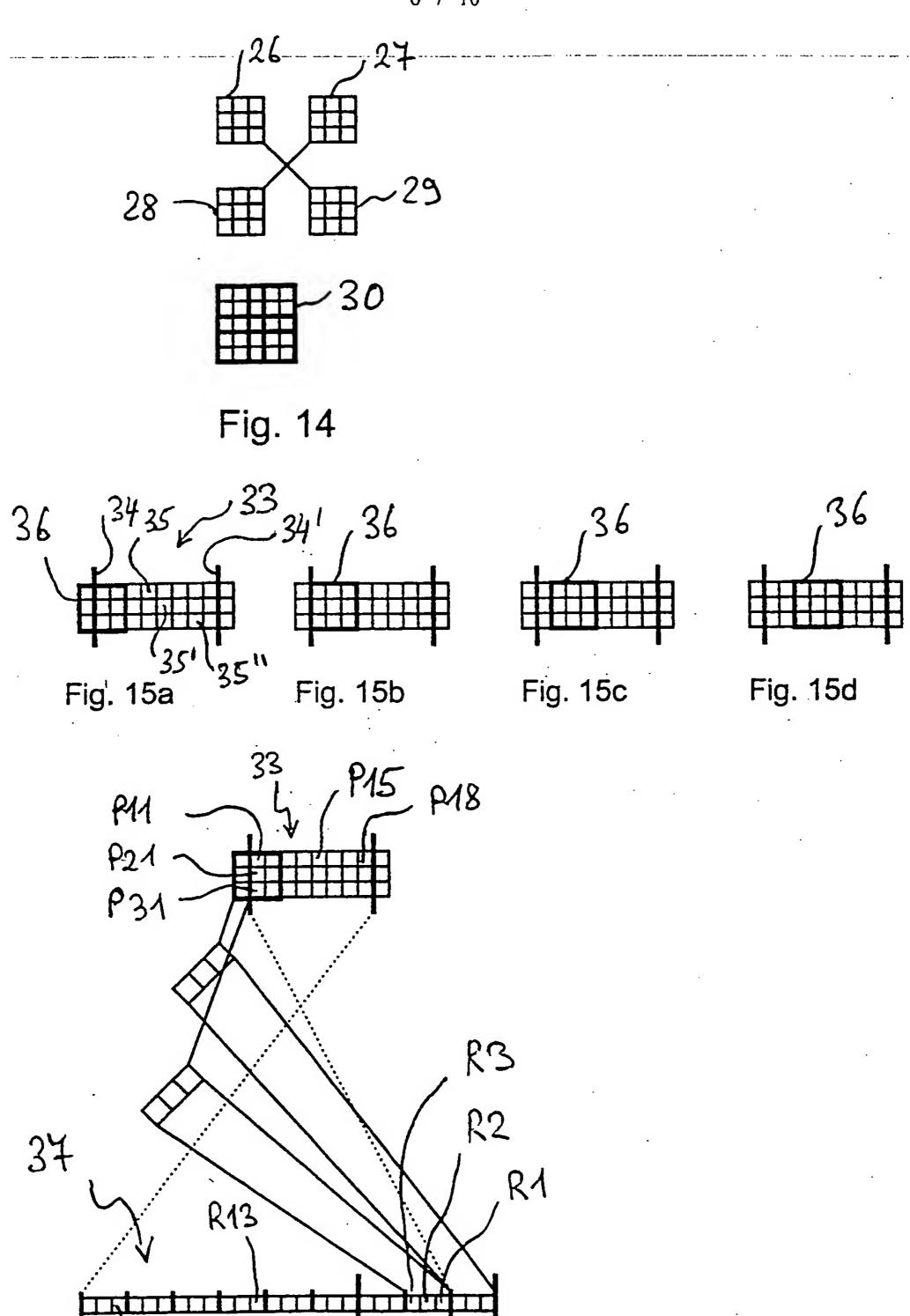
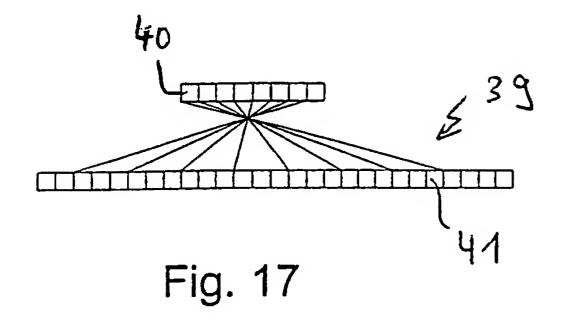


Fig. 13

R22

Fig. 16





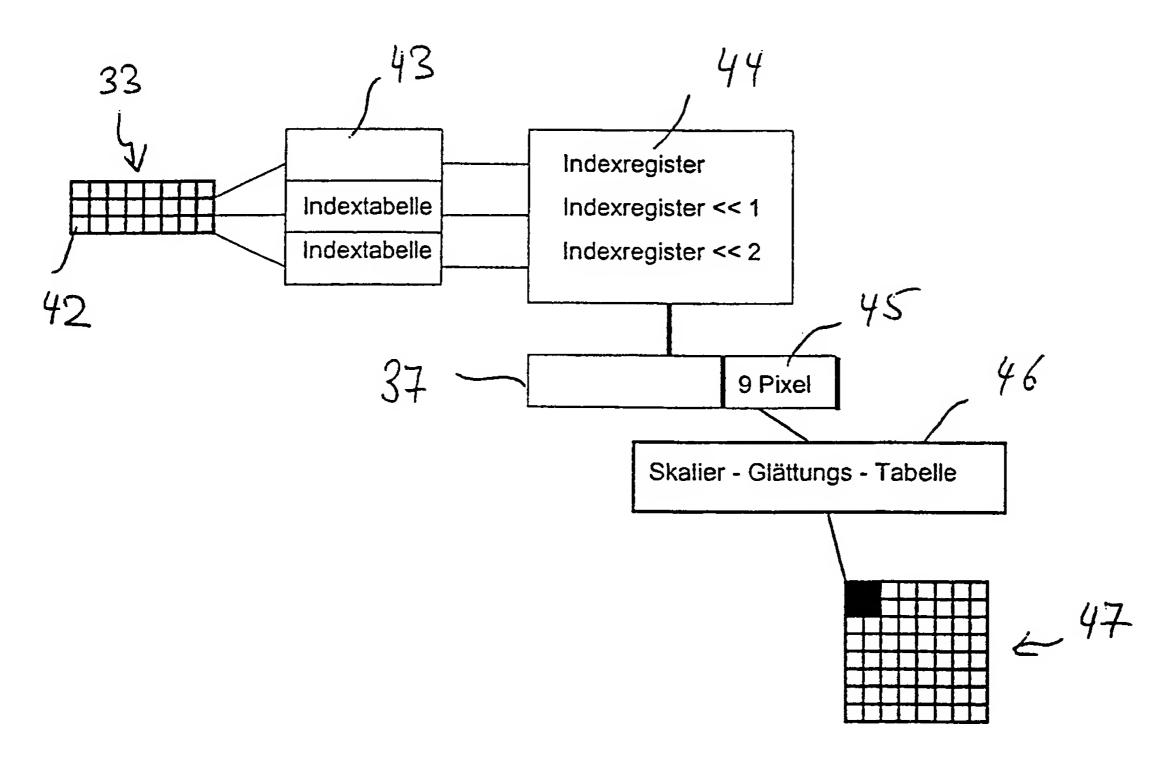


Fig. 18

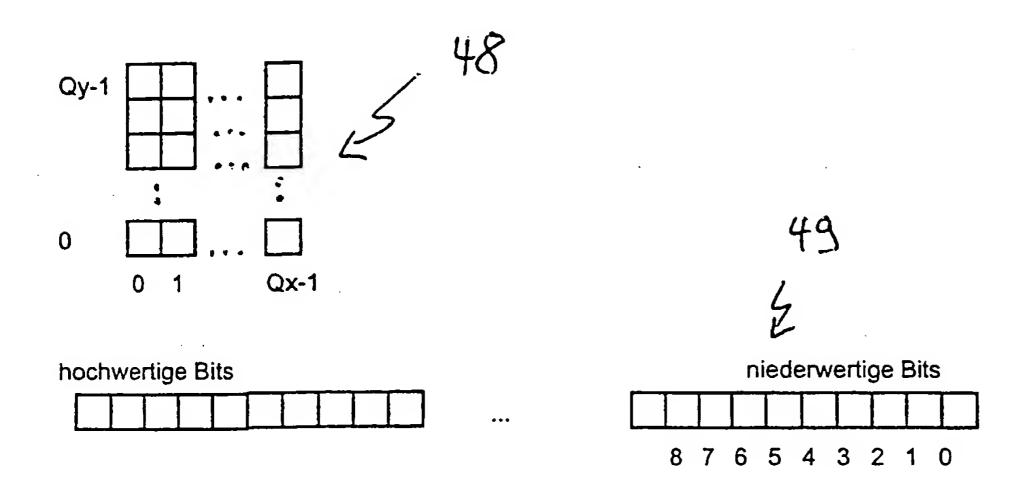


Fig. 19

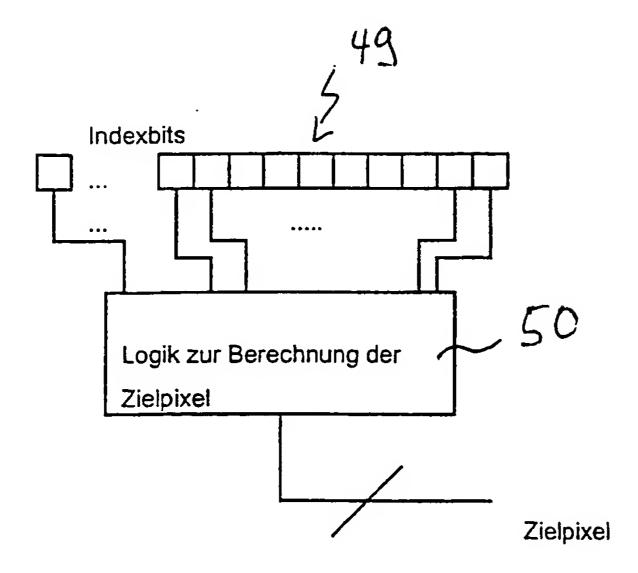


Fig. 20

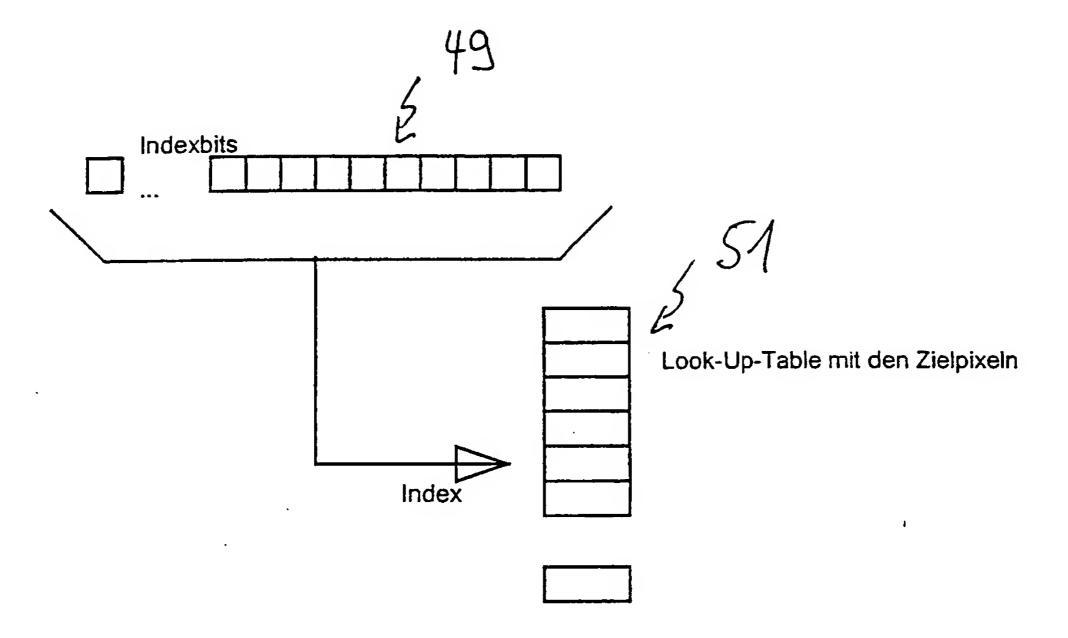
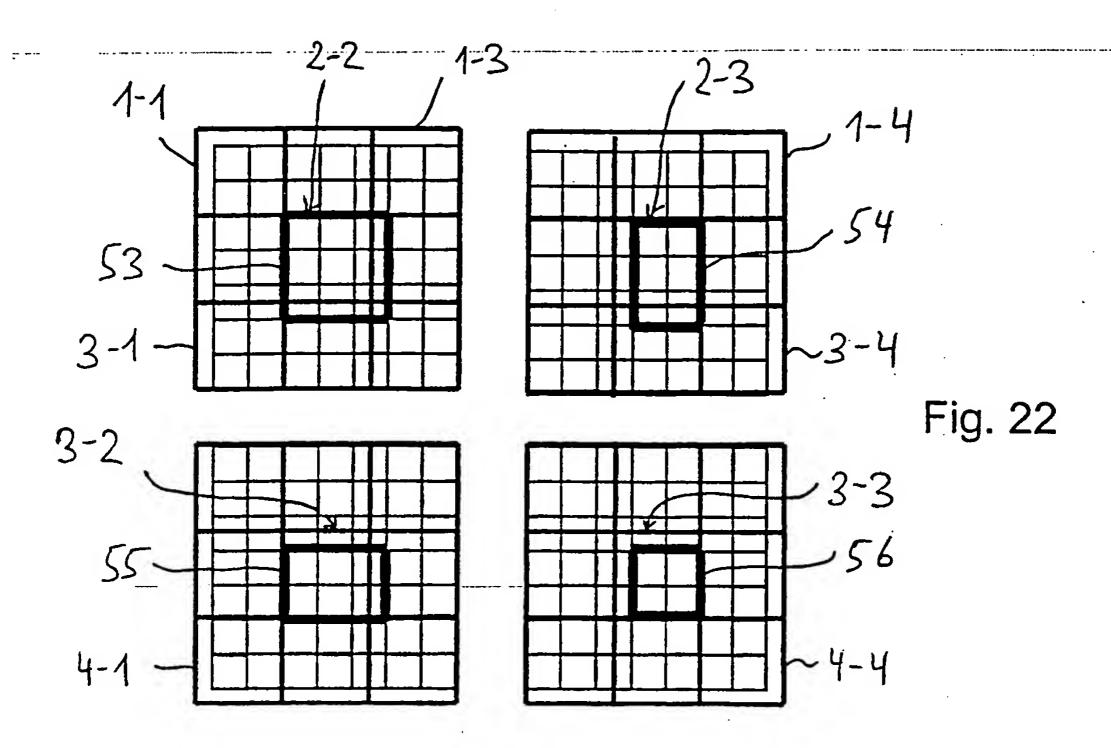


Fig. 21



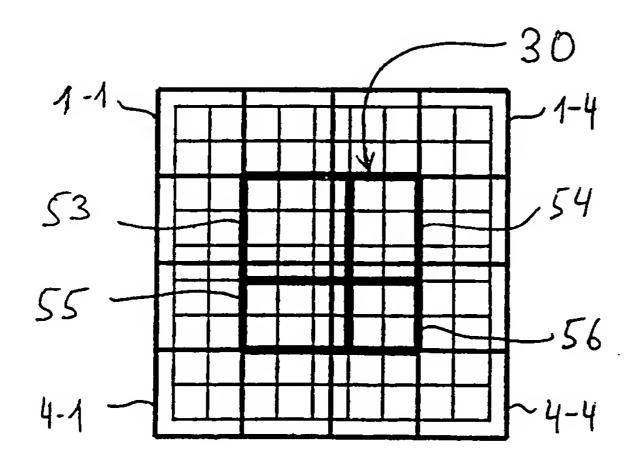


Fig. 23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

nal Application No Interr PCT/EP 98/07689

A.	CL	ASSI	FICATION	OF	SUBJECT	MATTER
T	PC	6	GOST	3/	SUBJECT 40	

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G06T H04N G09G

NI - 2280 HV Riiswiik

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No	
	Challett of document, which makes appropriate, of the relevant passages	A TOTO CIGATI TVO.	
X	US 5 646 741 A (HORIUCHI IZURU ET AL)	1	
	8 July 1997		
	see column 1, line 30 - column 2, line 8		
	see column 6, line 61 - column 7, line 9		
A		6,8,19	
X	WO 96 16380 A (MINNESOTA MINING & MFG)	3,5,9	
	30 May 1996		
	see page 6, line 14-26		
	see page 7, line 3-20 see page 10, line 26-29	,	
Λ	see page 10, The 20-29	11	
A	~~~	11	
	-/		
	,		

Y Further documents are listed in the continuation of box C.	Patent family members are listed in annex.
 Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or 	 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such docu-
other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	ments, such combination being obvious to a person skilled in the art. "3" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 28 April 1999	Date of mailing of the international search report $10/05/1999$
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2	Authorized officer

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. anal Application No PCT/EP 98/07689

		PCT/EP 98/07689		
(Continu	ation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
tegory '	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to d	laim No.	
	"FAST SCALING METHOD TO REDUCE BINARY IMAGES BZ SPECIFIC FACTORS" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol. 37, no. 12, 1 December 1994, pages 357-359, XP000487816 see the whole document	10,	11,17	
	DE 40 27 897 A (CANON KK) 21 March 1991 see abstract; figure 2	14		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Inter: nal Application No
PCT/EP 98/07689

Patent document cited in search repor	t	Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5646741	Α	08-07-1997	JP	7240834	A	12-09-1995
WO 9616380	Α	30-05-1996	AU EP JP US	4006295 0793836 10509824 5774601	A T	17-06-1996 10-09-1997 22-09-1998 30-06-1998
DE 4027897	A	21-03-1991	JP JP GB US	3092084 3125566 2238927 5488672	A A,B	17-04-1991 28-05-1991 12-06-1991 30-01-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

NI. - 2280 HV Riiswiik

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2

Interr. nales Aktenzeichen

PCT/EP 98/07689 A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 G06T3/40 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK **B. RECHERCHIERTE GEBIETE** Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) GO6T HO4N GO9G IPK 6 Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile Betr. Anspruch Nr. Kategorie® US 5 646 741 A (HORIUCHI IZURU ET AL) X 8. Juli 1997 siehe Spalte 1, Zeile 30 - Spalte 2, Zeile siehe Spalte 6, Zeile 61 - Spalte 7, Zeile 6,8,19 WO 96 16380 A (MINNESOTA MINING & MFG) 3,5,9 30. Mai 1996 siehe Seite 6, Zeile 14-26 siehe Seite 7, Zeile 3-20 siehe Seite 10, Zeile 26-29 11 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu Siehe Anhang Patentfamilie entnehmen * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Theorie angegeben ist Anmeldedatum veröftentlicht worden ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhatt erkann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf scheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet ausgeführt) werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung. Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist Datum des Abschlusses der internationalen Recherche Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 28. April 1999 10/05/1999

Bevollmächtigter Bediensteter

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Interr nales Aktenzeichen
PCT/EP 98/07689

		PUI/EP 90	P 98/07689		
C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN					
(ategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommend	len Teile	Betr. Anspruch Nr.		
A	"FAST SCALING METHOD TO REDUCE BINARY IMAGES BZ SPECIFIC FACTORS" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, Bd. 37, Nr. 12, 1. Dezember 1994, Seiten 357-359, XP000487816 siehe das ganze Dokument		10,11,17		
	DE 40 27 897 A (CANON KK) 21. März 1991 siehe Zusammenfassung; Abbildung 2		14		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern hales Aktenzeichen PCT/EP 98/07689

	echerchenberich tes Patentdoku		Datum der Veröffentlichung		tglied(er) der atentfamilie		Veröffentlichung
US	5646741	Α	08-07-1997	JP	7240834	A	12-09-1995
WO	9616380	Α	30-05-1996	AU EP JP US	4006295 0793836 10509824 5774601	A T	17-06-1996 10-09-1997 22-09-1998 30-06-1998
DE	4027897	Α	21-03-1991	JP JP GB US	3092084 3125566 2238927 5488672	A A,B	17-04-1991 28-05-1991 12-06-1991 30-01-1996

THIS PAGE BLANK (USPTO)

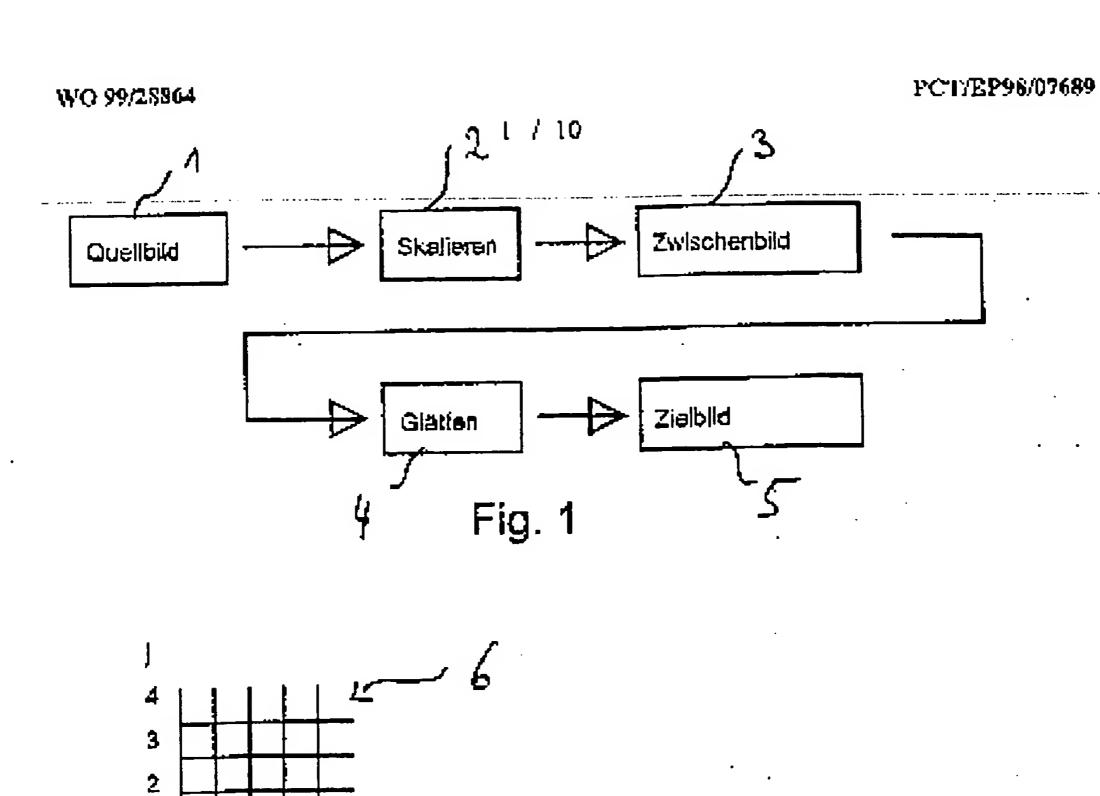


Fig. 2a

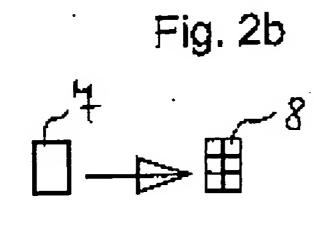
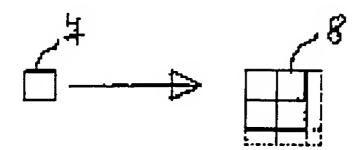
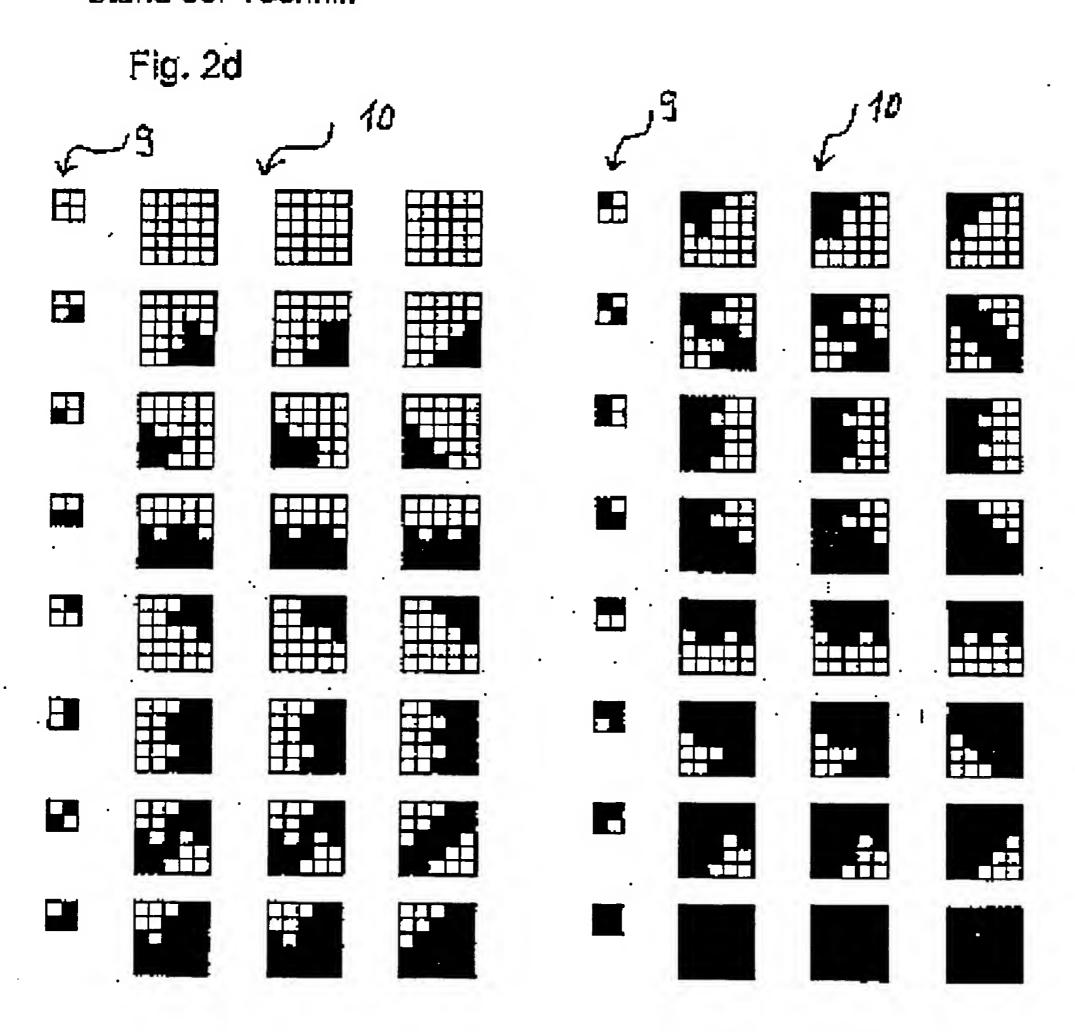


Fig. 2c

Stand der Technik



Stand der Technik



Stand der Technik

Fig. 3

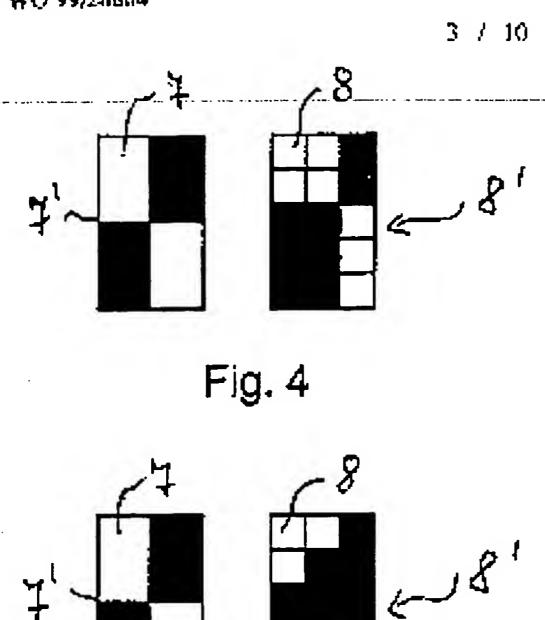


Fig. 5

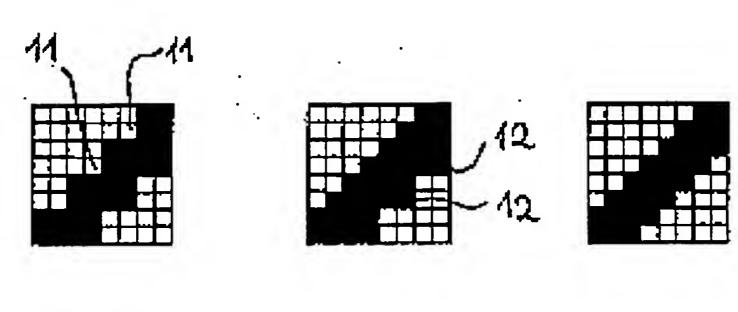


Fig. 6a

Fig. 6b

Fig. 6c

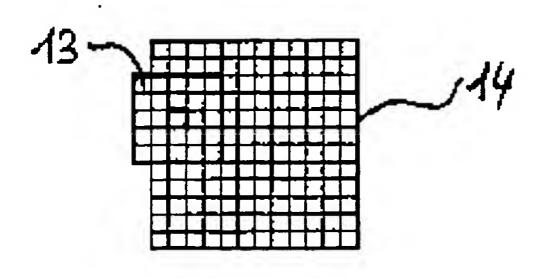


Fig. 7

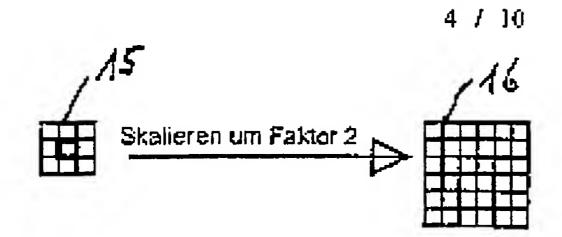
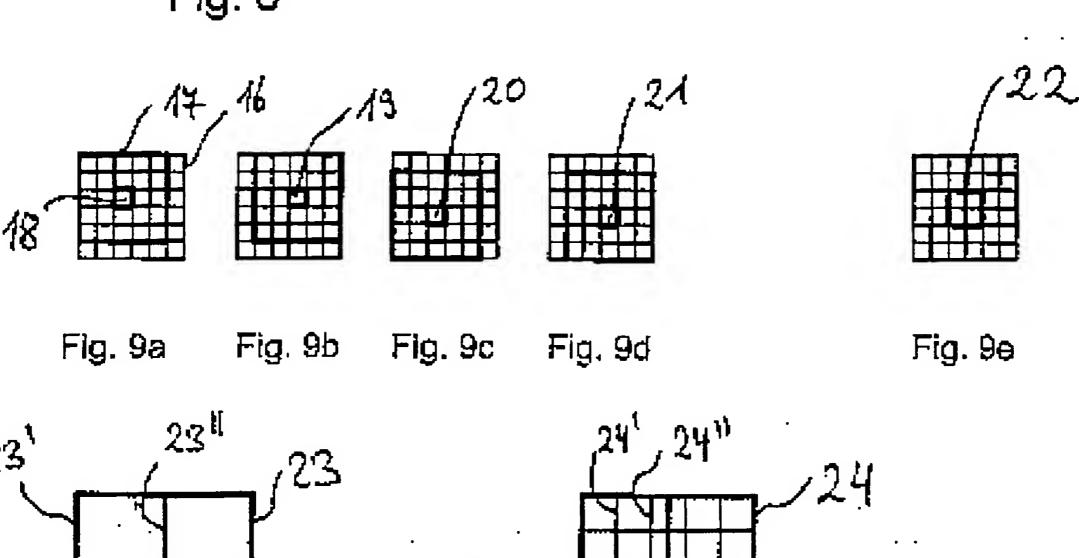
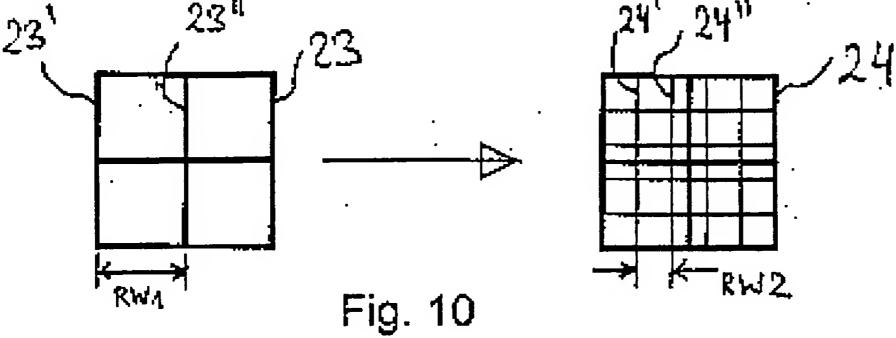
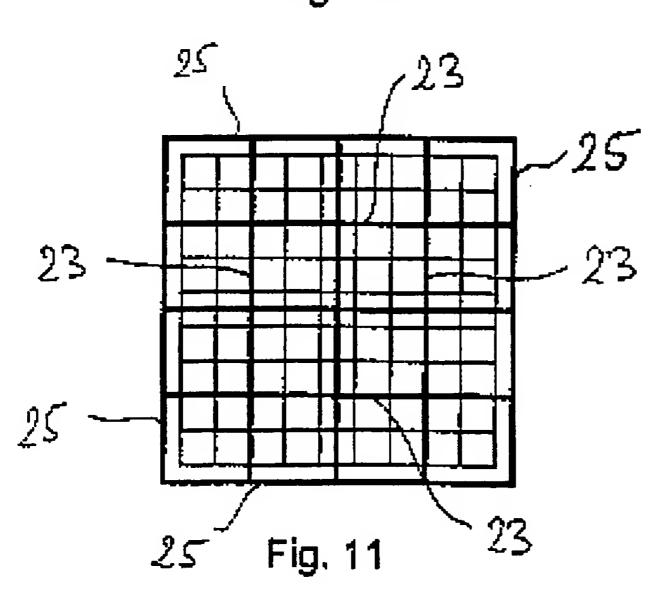
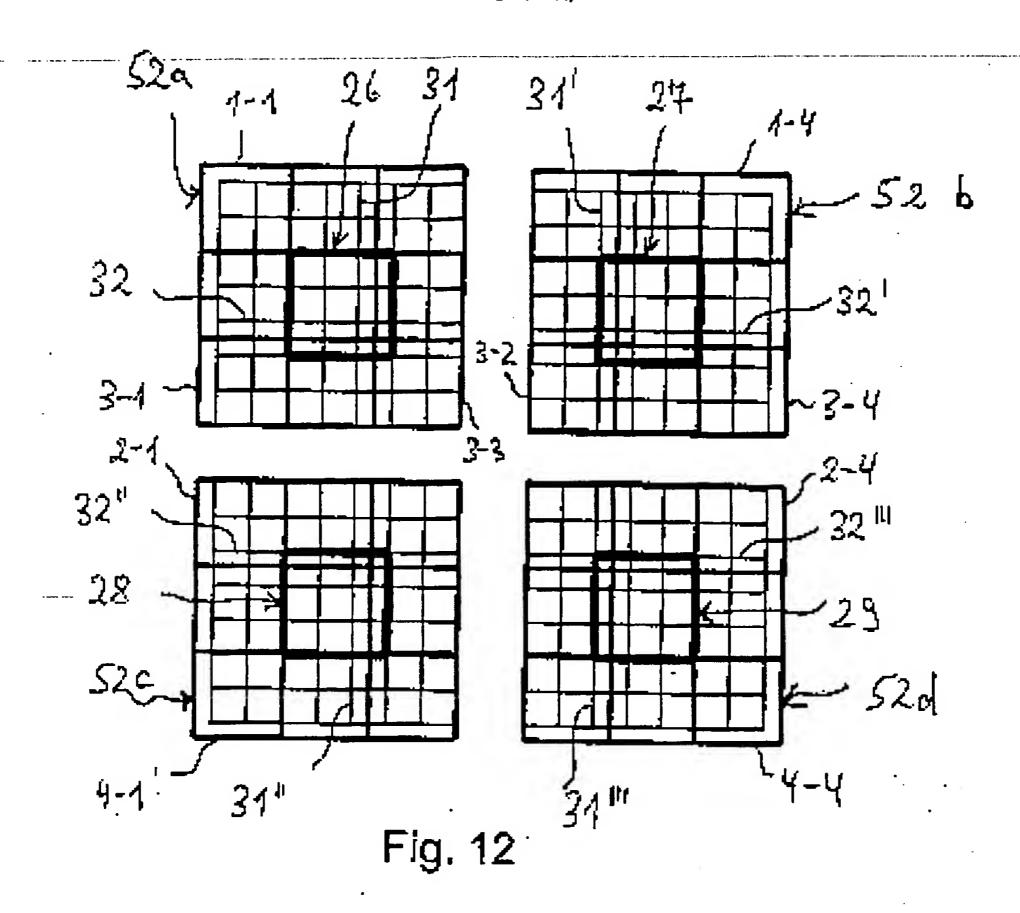


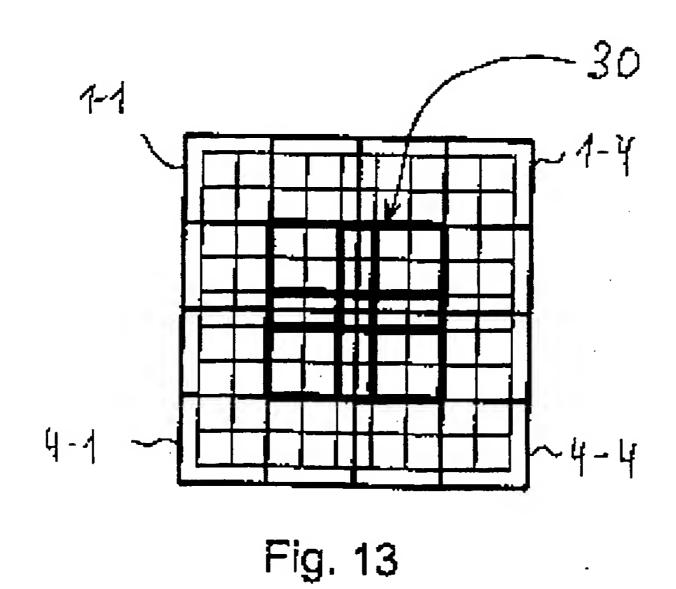
Fig. 8

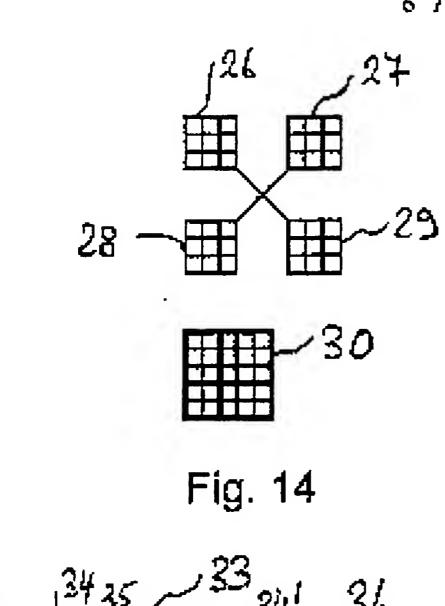


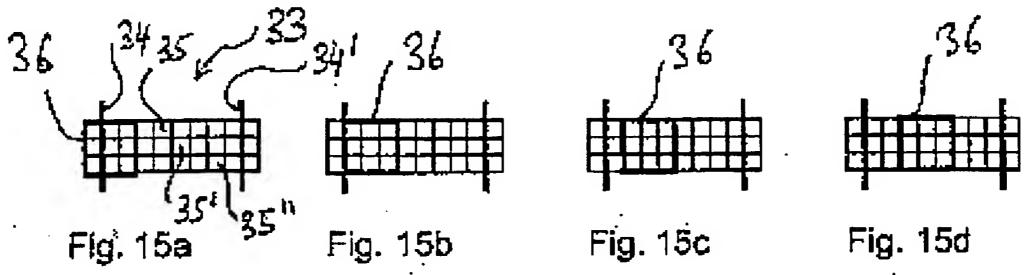


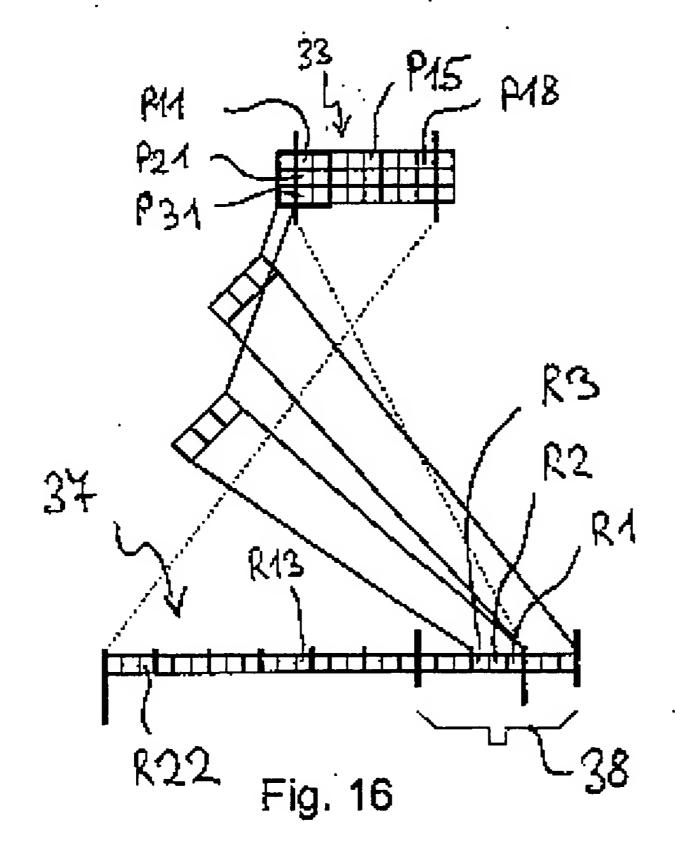


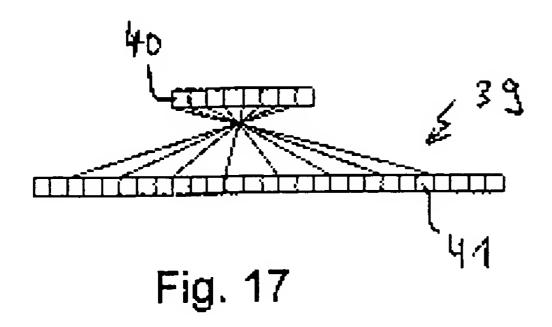












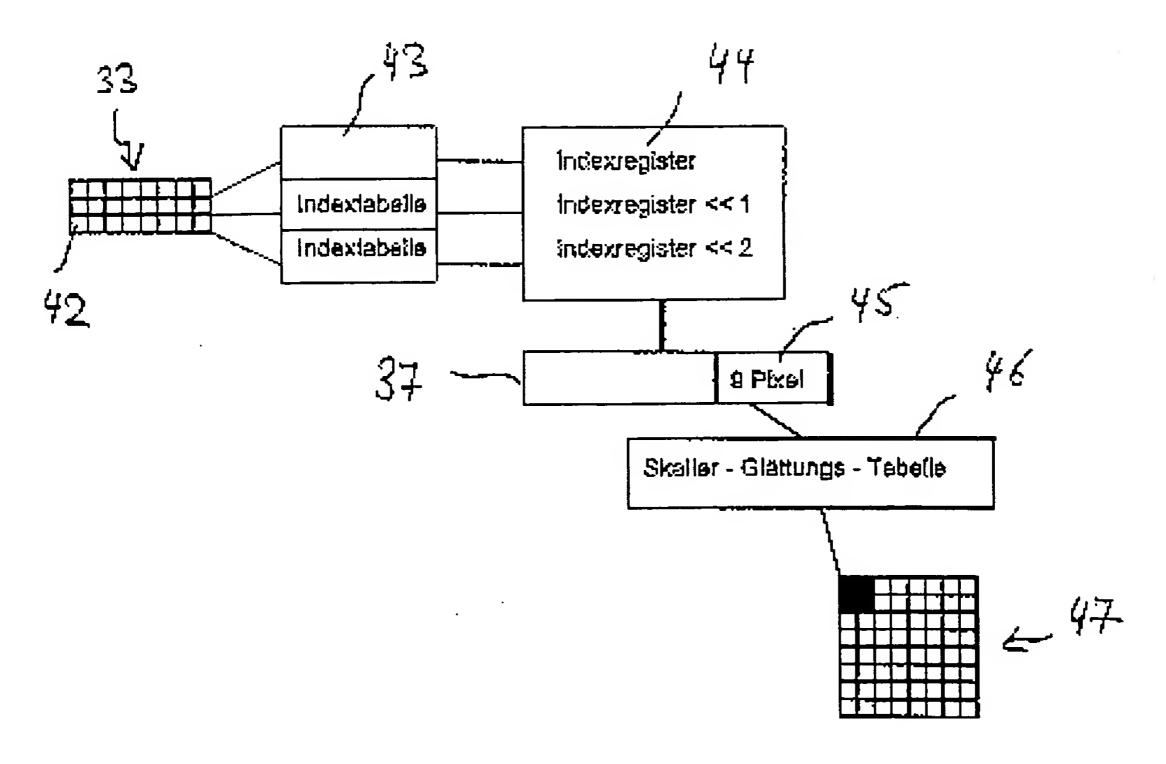


Fig. 18

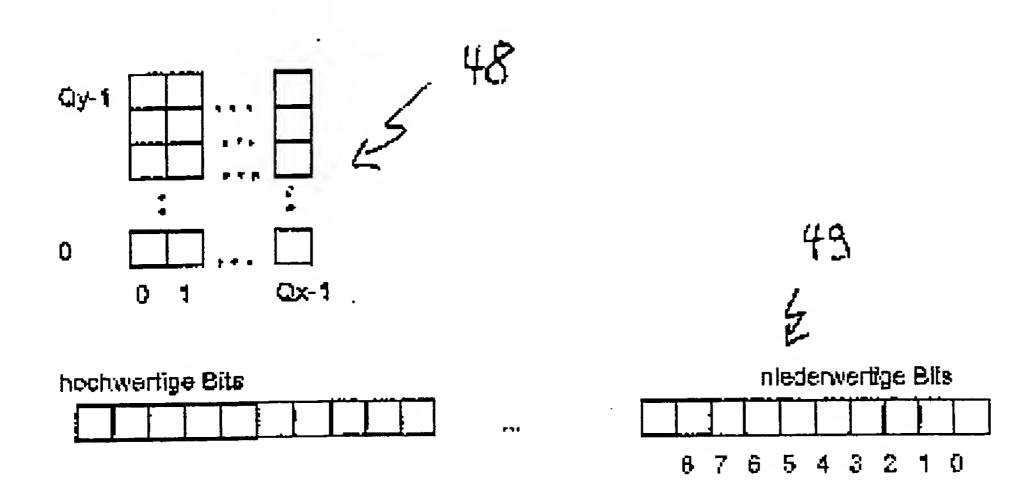


Fig. 19

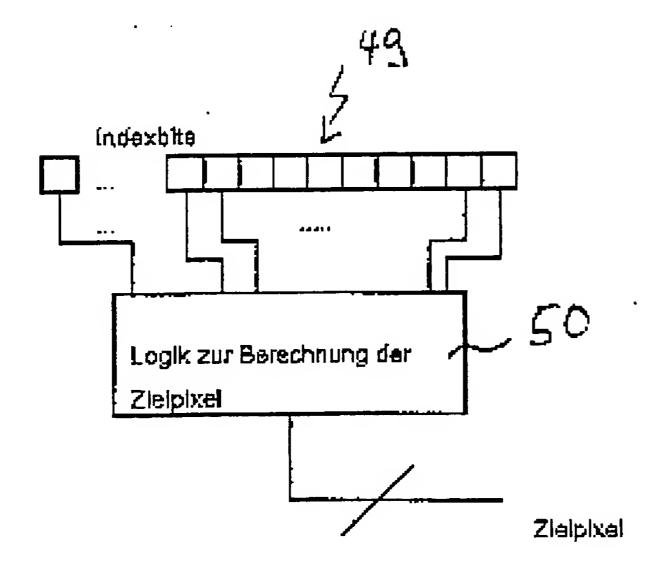


Fig. 20

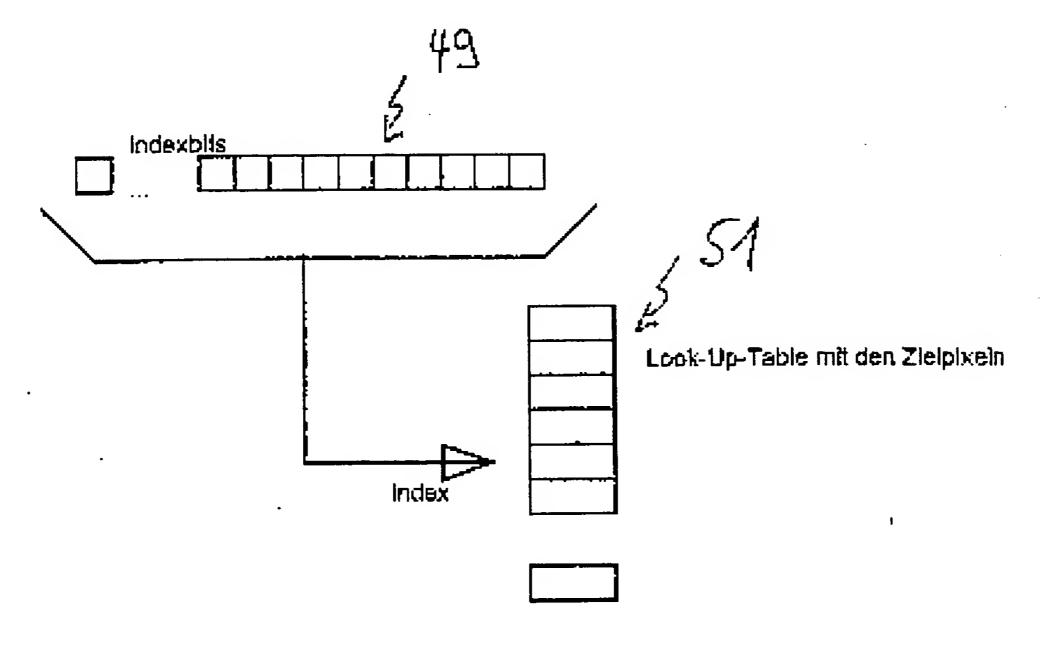
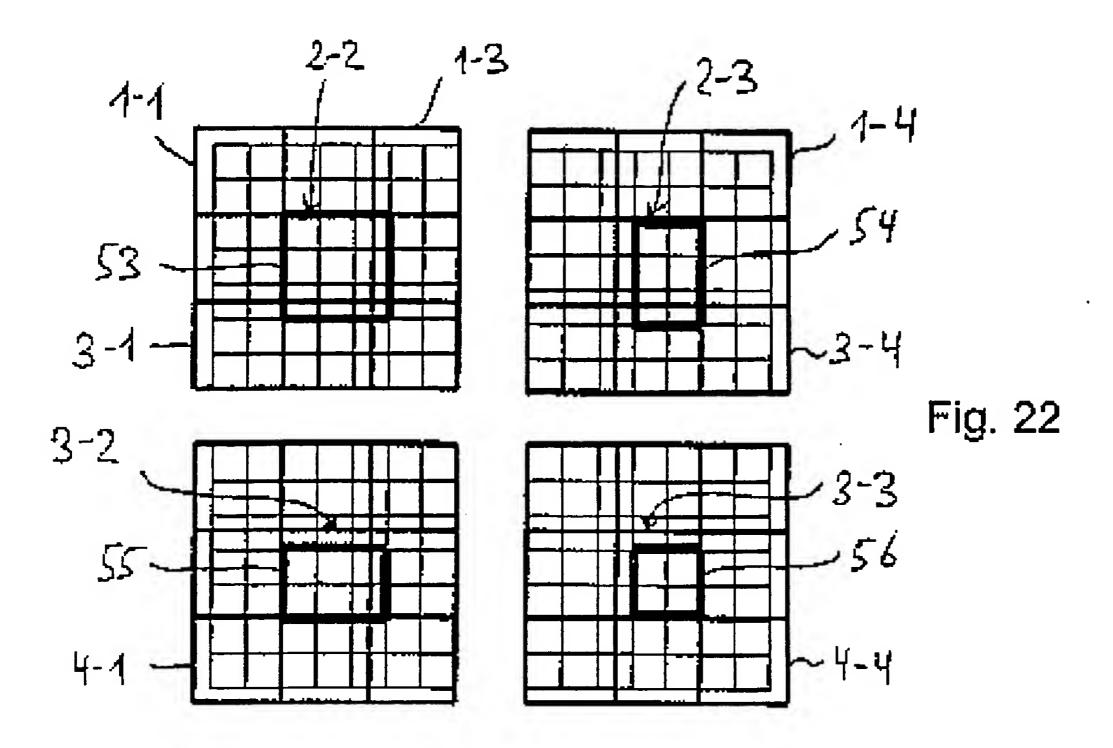


Fig. 21



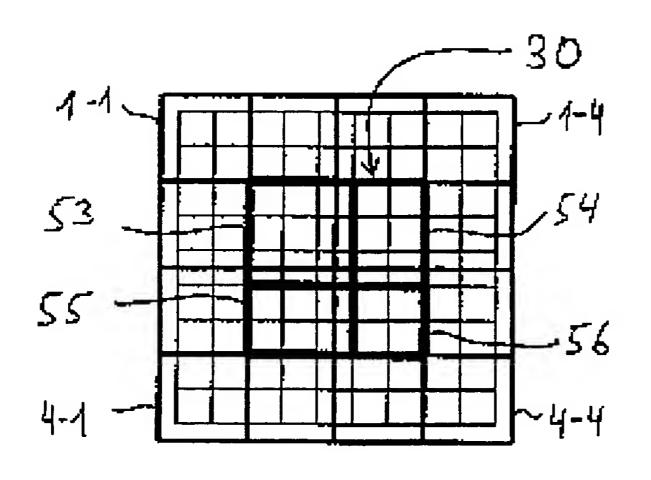


Fig. 23

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

BLACK BORDERS

IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT OR DRAWING

BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

SKEWED/SLANTED IMAGES

COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

GRAY SCALE DOCUMENTS

LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

OTHER:

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

MANUABLE COPY